

Redefinição de um Processo de Planeamento Industrial

Nuno Miguel Ladeiras Beleza de Vasconcelos

Dissertação de Mestrado

Orientador na FEUP: Prof. Doutor José Soeiro Ferreira



Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão

2015-07-01

Ao meu pai

Resumo

A presente dissertação aborda o trabalho desenvolvido para a melhoria do nível de serviço da Corporação Industrial do Norte, CIN, suportada em metodologias *Kaizen/Lean*.

A redução em 50% do número de linhas de encomenda em rotura, em relação ao período homólogo de 2014, é o principal objetivo do projeto.

A concretização do projeto passa pela redefinição do processo de Planeamento desta organização, na Unidade Industrial da Maia, suportado em conceitos e técnicas de *Kaizen/Lean* para sistematizar os esforços e melhorar a excelência operacional. O desenvolvimento e implementação de processos analíticos de sequenciação, complementando a racionalização na génese do *Kaizen*, é indispensável. A utilização combinada destas duas abordagens será uma mais-valia para atingir o indicador objetivo contratualizado.

A qualidade do nível de serviço da empresa foi percecionada com a estratificação do nível de ruturas por classificação “ABC”, com a monitorização da evolução do *lead time* na entrega de encomendas e com o registo do *lead time* médio para a satisfação de uma percentagem predeterminada de encomendas. Estas métricas ilustram que 62% das ruturas ocorrem nos produtos com mais valor para a empresa. Os tempos médios de resposta ao cliente são superiores a 10 dias, resultando numa taxa de incumprimento com os prazos de entrega de 72%.

Na redefinição do processo de Planeamento destacam-se a revisão de critérios de classificação de produtos, o redimensionamento dos níveis de reposição dos produtos *make-to-stock*, o desenho e implementação de um supermercado de tinta para referências de elevada rotação, a determinação da capacidade produtiva da fábrica, e a otimização do sequenciamento do plano de enchimento. Adicionalmente é definida uma rotina de acompanhamento e controlo do nível de roturas e criado um *dashboard* de monitorização.

O indicador objetivo do trabalho foi superado, com uma redução de 68% no número de linhas de encomenda em rotura, com particular incidência nos produtos da categoria “A”, onde esta redução foi de 40%. O aumento do nível de serviço em termos de resposta ao cliente foi notável: o *lead time* é agora de 6 dias, permitindo à empresa honrar o compromisso de entrega em 7 dias em 75% das suas encomendas.

Palavras-chave: planeamento; *Kaizen/Lean*; otimização; sequenciamento.

Redefining an Industrial Planning Process

Abstract

This report addresses the work developed towards the improvement of the service level of *Corporação Industrial do Norte*, CIN, supported on Kaizen/Lean methodologies.

The main objective of the project is the reduction by 50% in the number of non-satisfied customer orders, compared to the same period of 2014.

This project requires a complete redefinition of this company's planning process, supported on Kaizen/Lean concepts and techniques to systematize efforts and improve operational excellence. The development and implementation of scheduling processes, complementing the Kaizen principles, is crucial. Only with the combined use of these two approaches it is possible to achieve the aforementioned goal.

The quality of the company's service level was further assessed with the implementation of an "ABC" analysis to the non-satisfied customer orders. Moreover, the evolution of the company's lead time was recorded and monitored. These metrics showed that (i) 62% of the non-satisfied orders occur for "A" items, (ii) customer response times are longer than 10 days, and (iii) there is a 72% failure-rate to comply with deadlines.

The redefinition of the planning process was conducted through the reassessment of the production strategy, the update of the replenishment levels for make-to-stock items, the design and implementation of a work-in-progress supermarket, the quantification of the company's production capacity, and the optimization of the production scheduling. Additionally, a monitoring dashboard was created and follow-up routines established.

The project's objective was largely overcome, with a 68% reduction in the number of non-satisfied customer orders. This decrease was particularly successful on "A" items, where a 40% cut was achieved. The lead time improvement was also remarkable: the current value of six days guarantees the company a 75% success-rate to comply with its 7-days deadline.

Keywords: planning; Kaizen/Lean; scheduling; sequencing.

Agradecimentos

Começo por expressar a minha sincera gratidão aos meus orientadores, o Professor Doutor José Soeiro Ferreira, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, e o Sr. Engenheiro Pedro Meira Ramos do *Kaizen Institute*, pela disponibilidade e acompanhamento contínuo, pela motivação transmitida através de palavras e atos de incentivo e pelos valiosos comentários e sugestões na concretização e elaboração desta dissertação.

Aos meus pais, que não mediram esforços para me proporcionar a maior das heranças: a educação. À família e namorada que continuamente me apoiaram e incentivaram em toda esta trajetória formativa.

Aos professores da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, que me permitiram evoluir enquanto académico, profissional e cidadão e por todo o conhecimento partilhado.

Um muito especial obrigado ao José Bagão Félix e ao Rui Tenreiro, e aos restantes colegas do *Kaizen Institute*, por todo o conhecimento, apoio e confiança transmitidos.

Aos Engenheiros Isabel Lopes, José Paiva, Pedro Cruz, Ricardo Silva, Sara Pinto e Daniel Lopes, da CIN, deixo o meu agradecimento pela integração na empresa e suporte nestes meses de árduo mas profícuo trabalho.

A todos os meus grandes amigos, pelos bons momentos, pela troca de experiências e pelos conselhos partilhados.

À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Ao *Kaizen Institute*.

Índice de Conteúdos

1	Introdução	1
1.1	Apresentação do <i>Kaizen Institute</i>	2
1.2	Apresentação da CIN	2
1.3	O projeto de melhoria contínua na CIN.....	2
1.4	Objetivo do projeto e metodologia seguida	3
1.5	Estrutura da dissertação	4
2	Revisão da Literatura	5
2.1	Particularidades e desafios na reestruturação de um processo de Planeamento.....	5
2.2	Filosofia <i>Kaizen</i>	7
2.3	Total Flow Management.....	10
2.3.1	Criação de fluxo	11
2.3.2	Ferramentas TFM para criação de fluxo no Planeamento	13
2.4	Sequenciamento	18
3	Caracterização da Situação Inicial.....	19
3.1	Processo Produtivo	19
3.2	Nível de Serviço	22
3.3	Estratégia de ação: Planeamento	25
4	Análise ao processo de Planeamento.....	26
4.1	Mapeamento do processo	26
4.2	Oportunidades de melhoria e priorização de soluções.....	27
5	Implementação de Soluções e Resultados.....	32
5.1	Revisão da estratégia de planeamento de produtos	32
5.2	Dimensionamento dos Níveis de Reposição e Tamanhos de Lote de referências MTS	34
5.3	Desenho e implementação de um Supermercado de tinta.....	38
5.4	Determinação da Capacidade Produtiva e Priorização de referências	43
5.5	Otimização da sequência de enchimento.....	43
5.6	Criação de rotina de acompanhamento de roturas	46
5.7	Resultados	48
6	Conclusões e perspectivas de trabalho futuro.....	51
	Referências	53
	ANEXO A: Mapeamento do processo de Planeamento.....	55
	ANEXO B: Matriz de prioridades de ações de melhoria	57
	ANEXO C: Cronograma de implementação de ações de melhoria.....	58
	ANEXO D: Ferramenta criada para revisão da estratégia de planeamento de produtos	60
	ANEXO E: Alterações ao <i>layout</i> da nave para inclusão do supermercado de tinta.....	61
	ANEXO F: Análise ABC para as referências de tinta.....	62
	ANEXO G: Triagem de referências e atribuição de tanques	63
	ANEXO H: Cálculo de níveis de reposição, <i>stocks</i> de segurança e <i>triggers</i> para <i>kanban</i> ...	64
	ANEXO I: <i>Standard</i> do sistema <i>e-kanban</i> para o supermercado de tinta	65
	ANEXO J: Norma de priorização de referências	66
	ANEXO K: Algoritmo de determinação da capacidade produtiva	67
	ANEXO L: Fluxograma de otimização da sequência de enchimento	68
	ANEXO M: Algoritmo de sequenciamento de enchimento	69
	ANEXO N: <i>Dashboard</i> de Roturas	70

Glossário

CBLS (*Capacity-Based Lot Sizing*) – Dimensionamento de tamanhos de lote com restrições de capacidade produtiva.

CIN – Corporação Industrial do Norte, S.A..

EOQ (*Economic Order Quantity*) – Quantidade Económica de Encomenda.

Gemba – Vocábulo japonês que significa “o local real”. Em ambiente industrial, é usado como sinónimo de “chão de fábrica”.

JIT (*Just-in-time*) – Filosofia de gestão da produção, originalmente desenvolvida pela Toyota, que defende que nada deve ser produzido, transportado ou comprado antes de ser necessário.

Kaizen – Vocábulo de origem japonesa que significa “melhoria contínua”.

Kanban – Vocábulo japonês que significa “cartão”. No contexto da metodologia *Kaizen/Lean*, refere-se ao sistema de controlo de produção que utiliza cartões para sinalizar a produção e/ou movimentação de uma quantidade predeterminada de material.

KMS (*Kaizen Management System*) – Sistema de Gestão *Kaizen*.

Lead Time – Período que determinado produto ou serviço demora a percorrer a cadeia de valor. Designa o tempo de processamento de um pedido, desde que é recebido pela empresa até ao momento em que é entregue ao cliente.

Lean – Significa “magro”, sem desperdício. Termo utilizado para descrever a filosofia de gestão baseada no conceito de eliminação do desperdício.

MRP (*Material Requirement Plannnig*) – Sistema (usualmente implementado em *software*) de planeamento de produção, sequenciamento e controlo de inventário.

MTO (*make-to-order*) – Estratégia de produção onde apenas são fabricados os produtos finais após encomenda do cliente.

MTS (*make-to-stock*) – Estratégia de produção onde são fabricados produtos finais para *stock*, de acordo com previsões de consumo do cliente.

Muda – Vocábulo de origem japonesa que significa “desperdício”. Refere-se ao conjunto de atividades que não acrescentam valor.

Mura – Vocábulo japonês que significa “variabilidade”.

Muri – Vocábulo japonês que significa “sobrecarga”.

OEE (*Overall Equipment Effectiveness*) – Métrica que indica a percentagem de tempo verdadeiramente produtiva de um recurso, por comparação com o seu tempo planeado de produção.

OF – Ordem de Fabrico. Documento que despoleta o fabrico de tinta.

Pull – Estratégia de planeamento onde as ordens de produção são despoletadas pelo consumo real de material. A produção é “puxada” pelas necessidades do cliente.

Push – Estratégia de planeamento onde as ordens de produção são originadas com base em previsões de venda. A produção é “empurrada” para o cliente.

Setup – Palavra inglesa que significa “configuração”. É utilizada no contexto industrial para designar o procedimento de mudança (de ferramentas, programas, equipamentos) entre um processo em execução e o processo seguinte.

SKU (*Stock Keeping Unit*) – Unidade de Manutenção de *Stock*. Representa um identificador único de um artigo.

TE – Talão de Enchimento. Documento que indica a referência de tinta e embalagem a encher.

TFM (*Total Flow Management*) – Gestão de Fluxo Total. Metodologia *Kaizen* utilizada para a otimização dos fluxos de material e informação;

TPS (*Toyota Production System*) – Sistema de Produção Toyota. Modelo integrado desenvolvido pela Toyota, que abrange a sua filosofia de gestão, metodologias, ferramentas e práticas. Considerado o precursor do movimento *Lean*.

VSM (*Value Stream Mapping*) – Ferramenta *lean* para análise da cadeia de valor.

Índice de Figuras

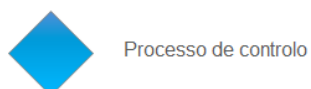
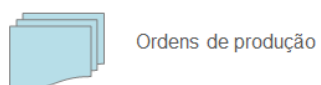
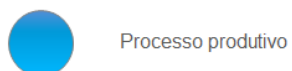
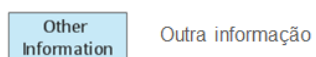
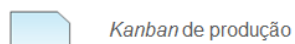
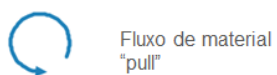
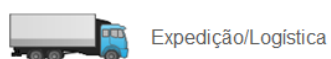
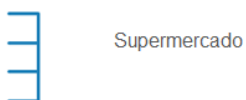
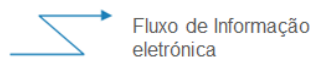
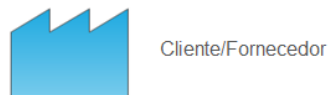
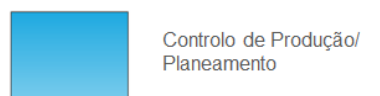
Figura 1 - Efeito " <i>bullwhip</i> " ao longo da cadeia de valor	5
Figura 2 - Sincronização entre os processo de Planeamento e Produção	6
Figura 3 – Métricas para a mensuração de valor	8
Figura 4 - Kaizen Management System	9
Figura 5 - Benefícios da criação de fluxo	12
Figura 6 - Modelo <i>Total Flow Management</i> Fonte: Kaizen Institute	12
Figura 7 - Modelo de armazenamento tradicional vs. armazenamento em supermercado	13
Figura 8 – Exemplo de sistema <i>kanban</i> para sincronização e controlo de produção na CIN ..	15
Figura 9 - Ciclo de reposição por <i>Kanban</i>	15
Figura 10 - Nivelamento da carga: produção em lote <i>versus</i> produção nivelada	16
Figura 11 - <i>Layout</i> da ferramenta de <i>Process Mapping</i>	17
Figura 12 - <i>Layout</i> da Nave Central	19
Figura 13 - <i>Value Stream Mapping</i> da Nave Central	20
Figura 14 - Etapas do processo de Enchimento na Nave Central	21
Figura 15 - Perfil do número de linhas de encomenda em rotura em 2014 (média diária)	22
Figura 16 - Correlação entre o número de produtos em rotura e o número de linhas em rotura em 2014	23
Figura 17 - Evolução do <i>lead time</i> da Nave Central entre os anos de 2013 e 2014	24
Figura 18 - Curvas de resposta ao cliente para os anos de 2013 e 2014	25
Figura 19 - Metodologia utilizada no mapeamento do processo de Planeamento	26
Figura 20 - Mapeamento do Planeamento: Sequência de atividades	27
Figura 21 - Mapeamento do Planeamento: Definição de oportunidades de melhoria	28
Figura 22 - Principais áreas de atuação das ações melhoria	28
Figura 23 - Matriz de prioridades de ações de melhoria	29
Figura 24 - Definição do cronograma de implementação	29
Figura 25 - Âmbito das soluções implementadas	32
Figura 26 - Componentes da capacidade produtiva de um recurso	35
Figura 27 - Componentes do <i>lead time</i> de reposição	37
Figura 28 - Cálculo do <i>stock</i> de segurança	38
Figura 29 - <i>Value Stream Mapping</i> do novo modelo de Planeamento Misto	39
Figura 30 - Etapas do processo de alteração do modelo de Planeamento	39
Figura 31 - Processo de triagem de referências para supermercado	40
Figura 32 - Simulação do modelo de supermercado para a referência “34350-0501.04”	41
Figura 33 - Evolução da percentagem de produtos de supermercado em rotura	42
Figura 34 - Tipos de <i>setup</i> nas linhas de enchimento automático	44

Figura 35 - Evolução da percentagem de alterações ao plano provocadas por sequenciamento deficiente	46
Figura 36 - Reunião semanal de acompanhamento de roturas: análise do <i>Dashboard</i>	47
Figura 37 - Evolução do número de linhas de encomenda em rotura	48
Figura 38 - Evolução do <i>lead time</i> da Nave Central.....	49
Figura 39 – Evolução das curvas de resposta ao cliente.....	50

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Motivos de rotura na Nave Central	24
Tabela 2 - Estratégia de planeamento de produtos inicial da CIN	33
Tabela 3 - Percentagem de produtos por categoria “ABC” na Nave Central.....	33
Tabela 4 - Tempo de produção diário necessário para referências da linha ME36.....	36
Tabela 5 - Cálculo dos EPEI por grupo para a ME36	36
Tabela 6 - Decomposição do <i>lead time</i> de reposição	37
Tabela 7 - Resultados obtidos com a implementação do supermercado de tinta	42
Tabela 8 - Comparação dos perfis de produtos em rotura para os anos de 2014 e 2015.....	48

Simbologia utilizada na ferramenta de *Value Stream Mapping*



1 Introdução

O presente relatório foi elaborado no âmbito da dissertação final do 5º ano do Mestrado Integrado em Engenharia Industrial e Gestão da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

O projeto desenvolvido resulta de uma parceria entre o *Kaizen Institute* e a Corporação Industrial do Norte (CIN) e tem como principal objetivo a melhoria do nível de serviço desta organização. A redução em 50% do número de linhas de encomenda em rotura, em relação ao período homólogo de 2014, foi o indicador contratualizado.

Ao longo desta dissertação serão apresentados, de forma precisa mas concisa, os estudos efetuados para a caracterização da situação inicial da empresa e levantamento de problemas, identificadas e discutidas as oportunidades de melhoria, formuladas e implementadas as soluções desenhadas para a sua resolução e expostos os principais resultados obtidos.

Após as primeiras semanas de trabalho, cedo se percebeu que o indicador ambicioso definido só poderia ser atingido com uma análise e redefinição do processo de Planeamento da organização. Esta reestruturação foi realizada combinando conceitos e técnicas de *Kaizen/Lean* para sistematizar os esforços e melhorar a excelência operacional, com métodos de otimização, em particular de sequências de enchimento de tinta com tempos de *setup* dependentes da própria sequência.

Através da estratificação do nível de roturas por classificação “ABC”, foi possível aferir a qualidade do nível de serviço da empresa. Adicionalmente foram monitorizados o *lead time*¹ na entrega de encomendas e o *lead time* médio para a satisfação de uma percentagem predeterminada de encomendas. Com esta análise foi possível identificar que (i) 62% das ruturas incidiam nos produtos de maior valor acrescentado para a empresa; (ii) os tempos médios de resposta eram superiores a 10 dias, face ao compromisso de 7 dias contratualizado com os clientes; e (iii) a taxa de incumprimento com os prazos de entrega ascendia aos 72%.

Na redefinição do processo de Planeamento destacam-se a revisão da estratégia de planeamento de produtos, o redimensionamento dos níveis de reposição e tamanhos de lote dos produtos *make-to-stock*, o desenho e implementação de um supermercado de tinta para referências de elevada rotação, a determinação da capacidade produtiva da fábrica e a criação de mecanismos de priorização de referências, e a otimização do sequenciamento do plano de enchimento. Foi também definido um procedimento automático para acompanhamento e controlo do nível de roturas e criado um *dashboard* de monitorização.

As medidas anteriormente elencadas permitiram superar o objetivo traçado. O seu sucesso revelar-se-á através (i) da redução em 68% no número de linhas de encomenda em rotura, com

¹ Tempo de resposta ao cliente. Compreende o tempo de processamento de um pedido, desde que é recebido pela empresa até ao momento em que é entregue ao cliente.

especial destaque nos produtos da categoria “A”, onde esta redução foi de 40%; (ii) do aumento do nível de serviço em termos de resposta ao cliente, com a redução do *lead time* de 10,4 para 6,0 dias; e (iii) do aumento drástico de 28% para 75% da taxa de cumprimento de entregas dentro do prazo contratualizado.

Neste capítulo será feito um breve enquadramento ao projeto, apresentando-se de forma sucinta os principais vetores que o definem. Iniciar-se-á com uma pequena introdução ao *Kaizen Institute*, empresa responsável pelo desenho e implementação das soluções, e à CIN, organização onde decorreu o projeto de melhoria contínua. Posteriormente, será exposto o projeto, identificados os seus objetivos e apresentada a metodologia a seguir para a sua concretização. Por último, será elencada a estrutura da presente dissertação.

1.1 Apresentação do *Kaizen Institute*

Fundado em 1985 por Masaaki Imai, o *Kaizen Institute Consulting Group* é, atualmente, uma das maiores empresas a nível mundial de consultoria operacional. A sua atividade foca-se no desenho e implementação de soluções apoiadas na filosofia de gestão *Lean* e baseadas no conceito de melhoria contínua.

Desde o seu estabelecimento em Portugal, no ano de 1999, o *Kaizen Institute* tem alavancado o seu crescimento através da procura pela excelência organizacional em todos os setores de atividade.

Kaizen, que em português significa “melhoria contínua”, é a pedra basilar da filosofia da empresa, que tem como objetivo a conquista de performance excecional nas organizações através do envolvimento de todos os colaboradores e do comprometimento de toda a organização.

1.2 Apresentação da CIN

A Corporação Industrial do Norte, S.A. (CIN) foi fundada em 1917 e tem como principal atividade a produção e comercialização de tintas e vernizes. Líder nacional no setor desde 1992 e líder ibérica desde 1995, emprega mais de mil colaboradores e atingiu no ano de 2013 um volume de negócios superior a 187 milhões de euros (CIN, 2013).

O grupo CIN, sedado na Maia, detém atualmente sete unidades de produção e três centros de Investigação e Desenvolvimento, localizados em cinco países. A distribuição dos seus produtos é feita através de uma rede de lojas próprias e revendedores autorizados, concessionados e franchisados. O seu portefólio de produtos abrange os seguintes segmentos: Decorativos, Indústria, Proteção Anticorrosiva e Acessórios.

1.3 O projeto de melhoria contínua na CIN

A grave crise económica mundial, que se fez sentir em Portugal sobretudo desde o ano de 2011, teve um impacto profundo nos resultados económico-financeiros de todas as instituições nacionais. O grupo CIN não foi exceção, sofrendo em 2012 uma quebra superior a 12% no seu volume de negócios face aos 210M€ do ano anterior (CIN, 2012).

No sentido de combater este cenário, o grupo iniciou um processo de reestruturação e reajustamento interno à nova realidade do mercado, pautado por uma política forte de contenção de custos e redução da força de trabalho.

Os esforços internos, em conjugação com a estabilização das economias europeias nos últimos anos, permitiram à empresa recuperar uma posição de crescimento sustentado nos anos de 2013 e 2014 em Portugal.

No entanto, apesar dos bons resultados financeiros, o nível de serviço ao cliente não acompanhou esta tendência positiva, assistindo-se ao aumento acentuado do nível de roturas e do tempo de resposta. Na base deste problema encontram-se duas variáveis importantes: a diminuição do volume de *stock* nos centros de distribuição, consequência da política de contenção; e a transferência de parte da produção da fábrica espanhola Valentine (superior a 30M€) para a Unidade Industrial da Maia.

Como resultado, o grupo CIN sentiu a necessidade de melhorar o seu desempenho operacional de forma a responder melhor às pressões e necessidades do mercado, tendo contactado o *Kaizen Institute* para a implementação de um projeto com vista a aumentar a produtividade dos seus processos, melhorar o nível de serviço e desenvolver uma cultura de melhoria contínua.

A reorganização do modelo produtivo da empresa foi dividida em duas grandes fases. A primeira, iniciada em Março de 2014, visou a melhoria do fluxo de material, através da aplicação de ferramentas *Kaizen/Lean* para o aumento da eficiência produtiva. A segunda, da qual trata o presente relatório, foi iniciada em Fevereiro de 2015 e envolve a melhoria do fluxo de informação na empresa para aumento dos índices de serviço ao cliente.

Paralelamente, e ao longo de todo o projeto, foi também desenvolvido um trabalho de consolidação da cultura de melhoria contínua e estabilização dos processos, denominado “Kaizen Diário”.

Na definição do projeto, foi escolhido como ponto de partida o setor da Nave Central da Unidade Industrial da Maia, por constituir a maior e mais complexa das instalações da empresa. Este setor representa 15% da produção de todo o grupo e é responsável pelo fabrico do maior *mix* de produtos da empresa, em termos de número de referências e lotes de produção.

1.4 Objetivo do projeto e metodologia seguida

Em comunhão com a direção do grupo CIN, e mantendo o foco no aumento do nível de serviço ao cliente, o *Kaizen Institute* definiu como principal indicador do projeto a redução em 50% do número de linhas de encomenda em rotura comparativamente ao período homólogo de 2014. Este foi o objetivo traçado e sobre o qual o projeto terá de responder.

A metodologia seguida para alicerçar uma resposta capaz de cumprir com o objetivo traçado, passa pela análise e redefinição de todo o processo de Planeamento Industrial em prática na CIN. Esta reestruturação requer uma alteração em todas as vertentes do processo, nomeadamente a nível estratégico, operacional e de execução. Muitas das soluções a desenvolver afetam não só o fluxo de informação da organização, como também o seu fluxo de material e os processos produtivos.

O projeto foi desenvolvido considerando as seguintes fases:

- a. Análise e diagnóstico da situação inicial;
- b. Identificação de oportunidades de melhoria;
- c. Desenho e implementação de soluções;
- d. Definição de rotinas de seguimento e lançamento de ações corretivas.

Durante o desenvolvimento do projeto serão criadas equipas multidisciplinares compostas por elementos de vários departamentos da empresa.

1.5 Estrutura da dissertação

Ao longo desta dissertação serão abordadas as várias fases de implementação do projeto de melhoria contínua. A estrutura dos temas abordados procura enquadrar-se na metodologia anteriormente descrita, encontrando-se dividida em 6 capítulos.

No Capítulo 2, é abordada uma breve revisão da literatura que enquadra e suporta o trabalho desenvolvido nesta dissertação. A caracterização da situação inicial da empresa e o estabelecimento das principais linhas de ação são expostas no Capítulo 3. O Capítulo 4 releva a análise efetuada ao processo de Planeamento e o consequente levantamento de oportunidades de melhoria para a sua redefinição. Na sequência, são apresentadas no Capítulo 5 as soluções desenhadas para os principais problemas identificados. Para cada uma é feito uma súmula do seu contributo para o objetivo global de melhoria do nível de serviço. Para além destes resultados parcelares, o capítulo termina com uma secção onde são apresentados e discutidos os resultados globais decorrentes do projeto. O capítulo 6 conclui e aponta possíveis direções de trabalho futuro.

2 Revisão da Literatura

A seguinte revisão da literatura visa expor, com o detalhe necessário, o conjunto de conceitos e ferramentas que apoiaram o desenvolvimento e a implementação do projeto.

Este estudo inicia-se com uma análise a algumas particularidades na redefinição de um processo de Planeamento. Nas secções seguintes será introduzida e contextualizada a filosofia de *Kaizen* e definida a importância do conceito de criação de fluxo. Será ainda feito um enquadramento entre este princípio e a metodologia *Total Flow Management*. Finalmente, abordar-se-á o tema do sequenciamento de produção com tempos de *setup* variáveis e dependentes da sequência.

2.1 Particularidades e desafios na reestruturação de um processo de Planeamento

A definição e o desenho do fluxo de informação em qualquer cadeia de abastecimento segue, tradicionalmente, o fluxo físico de material ao longo do processo (Lewis e Talalayevsky, 2004). Em muitas situações, a partilha deficiente de informação ao longo dos canais de distribuição resulta em níveis de performance organizacional bastante baixos. Este fator sublinha a importância da criação de mecanismos que permitam a coordenação destes dois fluxos dentro e fora das organizações.

No entanto, a dificuldade em visualizar o conceito de fluxo de informação e compreender as interdependências entre processos (o que não acontece em relação ao fluxo de materiais) torna este tipo de problemas em desafios de elevada complexidade e grande abrangência.

O Planeamento de qualquer organização pode ser encarado como um processo de gestão de um conjunto de fluxos de informação que se desenvolve entre vários agentes económicos na mesma cadeia de valor (e.g. Baudin, 2004). Naturalmente, muitas das atividades integrantes deste processo encontram-se fora do âmbito de atuação da empresa, o que dificulta o controlo e acompanhamento de todas as variáveis relevantes para a tomada de decisão.

Neste contexto, o alinhamento de todos os intervenientes, internos e externos, com uma estratégia comum de planeamento focado na criação de valor é crucial. Na maioria dos casos, a falta de transparência existente na ligação entre estes agentes resulta em padrões disfuncionais no funcionamento das organizações (Lee *et al.*, 2004).

Um dos mais conhecidos exemplos deste tipo de disfunções organizacionais foi identificado por Forrester (1997), e prende-se com a amplificação ao longo da cadeia de valor das flutuações de inventário e volumes de produção. Este fenómeno, conhecido como efeito “*bullwhip*” (efeito chicote em português), pode ser observado em qualquer canal de distribuição onde não exista estabilidade do fluxo de informação. A Figura 1 ilustra este conceito, representando o fluxo de informação ao longo da cadeia de valor e a amplificação do volume das ordens do cliente à medida que esta é percorrida para montante.

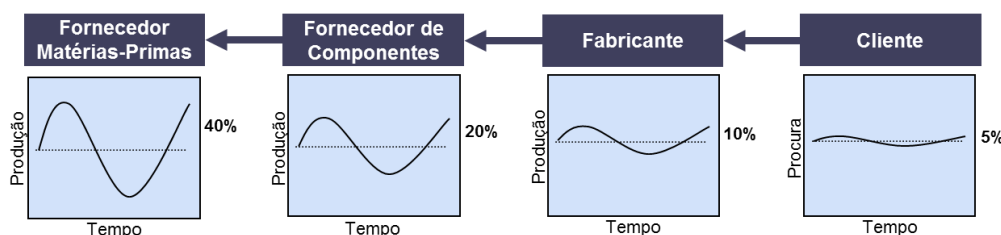


Figura 1 - Efeito “*bullwhip*” ao longo da cadeia de valor

Na base deste efeito podem ser identificadas várias causas, nomeadamente:

1. *Produção apoiada em previsões.* Uma vez que a procura do consumidor raramente é estável, as empresas baseiam a sua estratégia de inventário e outros recursos em previsões de vendas. Estas previsões são raramente precisas, e em resposta a este problema são criados *stocks* de segurança;
2. *Défice de capacidade para resposta à procura real.* A falta de capacidade produtiva torna-se crítica devido à tendência natural para a construção de lotes de produção de grande dimensão para rentabilizar o investimento nos recursos existentes. Esta decisão provoca picos de consumo nos processos a montante, aumentando ainda o nível de *stock* de produto acabado;
3. *Formação de lotes de compra.* Muitas organizações procuram agrupar grandes quantidades de material num único pedido com o intuito de diminuir os custos totais de compra e transporte, criando um fluxo irregular de ordens que é amplificado ao longo da cadeia;
4. *Falta de visão sobre o cliente final.* A falta de informação sobre o perfil de consumo do utilizador final leva à produção de quantidades sobredimensionadas de produtos, funcionando como “almofada” de segurança. Este problema é agravado quando não existem processos normalizados de análise do mercado.

A dificuldade na resolução destas causas passa sobretudo pela complexidade de interligações e interdependências entre os vários elos da cadeia de valor. Lewis e Talalayevsky (2004) propõem o conceito de “coordenação” interorganizacional para a identificação, classificação e formulação de mecanismos de gestão destas mesmas dependências. O principal propósito desta coordenação consiste no atingimento de objetivos coletivos que agentes individuais nunca conseguiriam alcançar, através de decisões racionais conjuntas que maximizem o valor da cadeia como um todo (em linha com Gupta e Maranas, 2003).

A aplicação destes conceitos não se limita à dinâmica entre organizações, podendo também ser aplicada aos processos internos de uma organização. Lambert e Cooper (2000) defendem que os processos de Planeamento e Produção devem ser sincronizados, como representado na Figura 2.

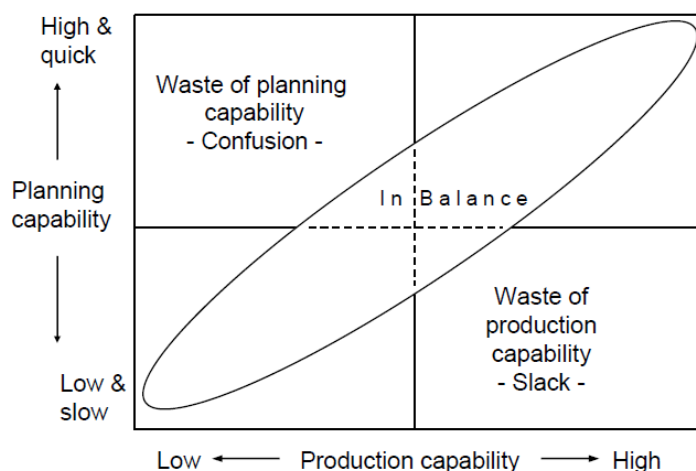


Figura 2 - Sincronização entre os processo de Planeamento e Produção
Adaptado de: Lambert e Cooper (2000)

O quadrante superior esquerdo representa uma situação onde o processo de Planeamento possui uma capacidade de resposta superior ao processo de Produção; neste cenário, a empresa incorrerá numa situação de desajuste organizacional, resultando, por exemplo, em constantes alterações ao plano produtivo. Por outro lado, o quadrante inferior direito representa uma situação onde vários recursos produtivos são desperdiçados, devido a um fluxo de informação de fraca qualidade ou um processo de Planeamento desajustado.

Podem ser encontradas na literatura diferentes abordagens para a sincronização e balanceamento entre estas duas áreas organizacionais. No trabalho desenvolvido, foi aplicado um conjunto de metodologias e ferramentas inseridas na filosofia *Kaizen*.

2.2 Filosofia *Kaizen*

O nascimento do que é hoje conhecido como “filosofia *Kaizen*” resulta do esforço canalizado pelo setor industrial japonês para a melhoria da sua competitividade económica no rescaldo da II Guerra Mundial, em resposta ao poder das economias alemã e americana (Burch, 2008).

A sua premissa central consiste na redução do desperdício como base para uma melhoria sustentada dos níveis de produtividade e de valor acrescentado da empresa. Este processo de desenvolvimento é estimulado através da criação de uma cultura de melhoria contínua transversal à organização, suportada pelo envolvimento de todos os colaboradores e focalizada na criação de soluções simples e de baixo custo.

O foco na criação de valor e maximização da utilidade para o cliente são fundamentais para o sucesso de uma estratégia *Kaizen*. Consequentemente, a prática de iniciativas sustentadas num ambiente de melhoria contínua potencia a organização na satisfação dos seus requisitos de qualidade, custo e nível de serviço (e.g. Imai, 1986).

Contrastando com os modelos tradicionais de desenvolvimento organizacional com base em grandes investimentos tecnológicos pontuais, o modelo *Kaizen* baseia-se na melhoria gradual dos processos e no contínuo autoaperfeiçoamento da organização, assentando em 5 princípios-chave:

1- Foco na criação de valor para o cliente

O principal objetivo de qualquer organização passa pela criação de valor para o cliente. Em termos gerais, o conceito de valor acrescentado pode ser definido como a diferença entre a perceção de utilidade que o cliente tem em relação a um determinado produto/serviço e o seu preço. Johansson *et al.* (1993) propõem a mensuração do valor de um produto através de quatro métricas: Serviço, Qualidade, Custo e *Lead Time*, de acordo com a Figura 3.

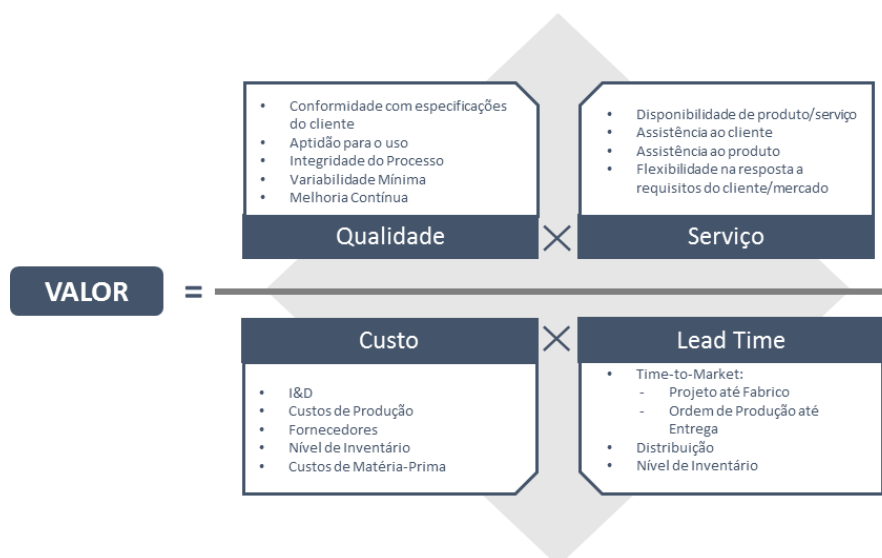


Figura 3 – Métricas para a mensuração de valor
Adaptado de: Johansson *et al.* (1993)

Nesse sentido, a orientação para o mercado torna-se essencial para a satisfação das necessidades dos clientes, uma vez que um correto posicionamento dentro desta matriz determinará a obtenção ou perda de vantagem competitiva face à concorrência. Por outro lado, um dos principais paradigmas quebrados com a filosofia *Kaizen* é a ideia de que apenas o cliente final tem importância; na verdade, qualquer operação a jusante deve ser encarada como um processo “cliente” (Chase *et al.*, 2006). Esta alteração do modelo de pensamento garante que o valor criado é maximizando ao longo da cadeia de valor;

2- Eliminação do desperdício

A eliminação de desperdício na cadeia de valor é um dos focos mais relevantes na implementação de iniciativas *Kaizen*. Taiichi Ohno (1988), um dos principais responsáveis pela criação do *Toyota Production System*² (TPS), identificou sete tipos de *muda*³: espera de pessoas, espera de material e informação, movimento de pessoas, movimento de material e informação, excesso de produção, sobreprocessamento e retrabalho provocado por defeitos. Também a variabilidade dos processos (*mura*) e a sobrecarga dos recursos (*muri*) deve ser eliminada;

3- Envolvimento ativo dos colaboradores

As organizações são feitas de pessoas, pelo que o sucesso de um projeto de melhoria contínua requer um envolvimento ativo de todos os níveis da organização, partindo da gestão de topo e passando por todos os restantes colaboradores. O alinhamento de esforços entre as diversas áreas e o comprometimento de todos os membros com os objetivos da empresa são fatores críticos para a mudança do paradigma cultural. Nesse

² Modelo de produção desenvolvido por Taiichi Ohno, Shingeo Shingo e William E. Deming na Toyota, considerado o principal precursor do conceito de produção *Lean*.

³ Vocábulo japonês que significa “desperdício”. Refere-se ao conjunto de atividades que não acrescentam valor.

sentido, a liderança como exemplo e a criação de programas de desenvolvimento de equipas potencializam a adoção de novos hábitos de trabalho que, em última instância, conduzirão à melhoria dos níveis de qualidade e de serviço ao cliente e à redução de custos operacionais;

4- Desenvolvimento de ações no terreno

A gestão eficaz de uma organização não pode ser feita exclusivamente com base no planeamento de iniciativas em sala ou da monitorização de resultados. As verdadeiras oportunidades de melhoria encontram-se no terreno. A palavra japonesa *gemba*, que significa “o local onde as coisas acontecem”, é muitas vezes utilizada no contexto de projetos *Lean* para se referir ao local onde é criado valor. É apenas através da observação direta dos processos no *gemba* e da recolha de dados no terreno que se podem desenvolver ações de melhoria concretas e com resultados para a organização;

5- Gestão Visual

O último dos princípios *Kaizen* está relacionado com a simplificação do processo de interpretação e comunicação da informação a toda a organização. Ao tornar todos os processos visíveis (através de códigos de cor, quadros gráficos, sinais de alerta), a gestão visual procura facilitar a deteção de problemas e auxiliar na execução de tarefas. Como consequência, o resultado das ações individuais torna-se mais perceptível, aumentando a responsabilidade e estimulando o interesse de todos os colaboradores no seu trabalho.

Os 5 princípios anteriormente enumerados estão na base de todos os projetos desenvolvidos pelo *Kaizen Institute*, independentemente da sua área de atuação: aumento de produtividade, diminuição de prazos de entrega, melhoria do nível de serviço ou aumento dos índices de qualidade.

O desenvolvimento destes projetos insere-se num modelo global denominado por *Kaizen Management System* (KMS), ilustrado na Figura 4.

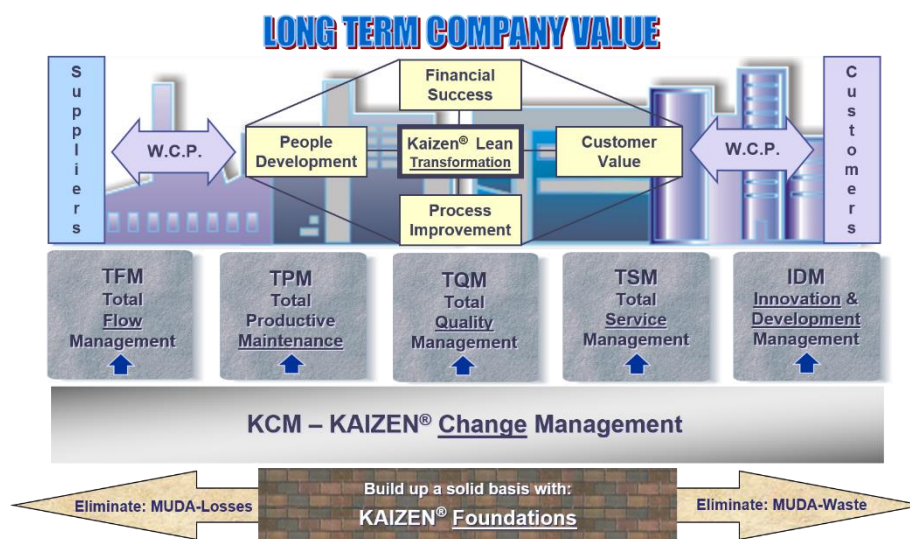


Figura 4 - Kaizen Management System

Fonte: Kaizen Institute (2015)

Neste modelo encontra-se estruturado o conjunto de todo o conhecimento, ferramentas e metodologias de melhoria contínua e otimização de processos desenvolvido pelo *Kaizen Institute*. O derradeiro objetivo deste sistema passa pela garantia da excelência operacional das organizações enquanto partes integrantes da cadeia de valor, e pela valorização de todos os seus ativos.

Cada um dos 5 pilares representados constitui uma metodologia de implementação específica e engloba um conjunto de ferramentas adequado ao tipo de melhoria que se pretende atingir:

- *Total Flow Management* (TFM), utilizado para a otimização dos fluxos de material e informação;
- *Total Productive Maintenance* (TPM), focado na otimização da disponibilidade e fiabilidade de equipamentos e máquinas;
- *Total Quality Management* (TQM), aplicado para o aumento dos níveis de qualidade do produto através da orientação dos processos a uma política de zero defeitos;
- *Total Service Management* (TSM), dedicado à implementação de melhorias na área dos serviços;
- *Innovation & Development Management* (IDM), usado para melhorar a gestão dos processos de desenvolvimento e inovação.

No contexto do projeto desenvolvido, pretendendo-se melhorar o nível de serviço através da reestruturação e otimização do fluxo de informação da empresa, foi aplicado um conjunto de ferramentas e princípios englobados no pilar TFM. Na secção seguinte será apresentada com algum detalhe esta metodologia.

2.3 Total Flow Management

Os conceitos de otimização do fluxo produtivo, sistematização de processos e melhoria da eficiência operacional não são recentes. Na verdade, são vários os autores que ao longo da história estudaram estes temas e desenvolveram algumas das teorias mais influentes no domínio da gestão organizacional.

A racionalização do trabalho e a aplicação do método científico na gestão de empresas, como via para o aumento da eficiência dos processos industriais, foi pela primeira vez defendida em finais do século XIX por Frederick W. Taylor. No seu livro “*The Principles of Scientific Management*”, Taylor propõe o planeamento do trabalho, o estabelecimento de padrões de produção e a formalização do estudo dos tempos como ferramentas para o aumento da eficácia das organizações.

Este último ponto foi potenciado pelo trabalho pioneiro de Frank e Lillian Gilbreth (1919) no estudo da economia do movimento, que acrescentaram às ideias de Taylor a decomposição do trabalho em movimentos elementares para a eliminação de tarefas desnecessárias e otimização dos processos. Este conjunto de ideias viria a ser conhecido como “Administração Científica”.

Já no século XX, Henry Ford aplicou o conceito de linha de montagem à indústria automóvel, para a produção em massa do icónico modelo *Ford T*, num esforço para reduzir os custos produtivos e aumentar a acessibilidade do seu produto. Anos mais tarde, Alfred P. Sloan viria a aperfeiçoar o sistema de Ford, introduzindo na General Motors o conceito de linhas de montagem multiproduto.

Após a II Guerra Mundial, Taiichi Ohno, Shigeo Shingo e William E. Deming desenvolveram e aperfeiçoaram no Japão os conceitos de “*just-in-time*” (JIT) e sistema “*pull*”, que em

conjugação com outras técnicas de criação de fluxo viriam a integrar o modelo de produção da Toyota, denominado *Toyota Production System* (Chase *et al.*, 2006).

Estas ideias viriam a ser difundidas por James Womack e Daniel Jones em 1990 na sua obra “*The Machine That Changed the World*”, cunhando o termo *Lean Thinking* para representar o conjunto de conceitos envolvendo a eliminação do desperdício e de atividades sem valor acrescentado (Burch, 2008).

Nos últimos anos, muitas destas ideias foram adotadas pelas organizações na tentativa de responder de forma mais eficaz e flexível aos desafios dos mercados, sem sucesso (e.g. Romero, 1991). Apesar da existência de uma grande quantidade de informação, esta está relativamente dispersa na literatura. Não existe, portanto, uma metodologia estruturada que permita às organizações a implementação de um sistema de gestão e planeamento que garanta uma otimização do fluxo produtivo, sistematização de processos e melhoria da eficiência operacional.

Na realidade, na maioria dos casos, o fracasso na implementação destas ideologias resulta num aumento sistemático e pouco criterioso do nível de *stock* para que prazos de entrega apertados sejam cumpridos e a probabilidade de rutura face a uma encomenda não prevista seja reduzida. Em última instância, estas empresas acabam por agravar o problema que pretendem resolver: perda de flexibilidade e capital estagnado em inventário.

É neste contexto que surge o conceito de *Total Flow Management* (Gestão de Fluxo Total). O pilar TFM pode ser definido como uma metodologia integrada que visa aumentar o fluxo e a eficiência dos processos ao longo de toda a cadeia de valor, fundindo o paradigma de produção JIT e “*pull*” da Toyota com a filosofia *Kaizen*. Fraseando Coimbra (2009), esta sinergia torna o modelo TFM na «estratégia operacional mais poderosa alguma vez desenvolvida».

Em termos práticos, este sistema tem como principais vantagens a redução do *lead time* total da cadeia de valor e o aumento da flexibilidade dos processos, levando em última análise à melhoria do nível de serviço das organizações.

2.3.1 Criação de fluxo

O princípio-chave que sustenta a metodologia TFM é a criação de fluxo. Existem na literatura várias definições para o conceito de “fluxo”. Segundo Womack e Jones (2010), fluxo pode ser definido como o alinhamento de todas as operações essenciais para a realização de uma tarefa mediante um caminho lógico e contínuo, utilizando apenas os movimentos estritamente necessários, sem interrupções, lotes ou filas de espera.

Por seu lado, Coimbra (2009) equipara fluxo a movimento, defendendo que a criação de movimento reduz todo o tempo de espera de material ou informação na cadeia de valor. Este tempo de espera traduz-se em atividades sem valor acrescentado, pelo que a otimização do movimento maximiza o foco na criação de valor para o cliente, um dos principais fundamentos da filosofia *Kaizen*. O mesmo autor defende ainda que o movimento de material e informação deve ser despoletado pelo cliente, segundo um modelo de planeamento “*pull*”, que será analisado com maior detalhe posteriormente neste capítulo.

Consequentemente, a criação de movimento permite o desenvolvimento de um conjunto de atividades interligadas por um fluxo constante de material e informação em toda a cadeia de valor, quer se trate de áreas produtivas, logísticas ou de suporte. Na definição e otimização destas atividades, está inerente um processo de eliminação de desperdício que, segundo Liker (2004), poderá garantir os resultados ilustrados na Figura 5.



Figura 5 - Benefícios da criação de fluxo (Liker, 2004)

Os benefícios da criação de fluxo em termos de melhoria do nível de serviço são unânimes na literatura, nomeadamente ao nível da melhoria dos tempos de resposta ao cliente, redução de níveis de *stock* e eliminação de tarefas de valor não acrescentado (Coimbra, 2009; Smalley, 2004; Womack e Jones, 2010).

Em linha com Yasin *et al.* (1997), a implementação de sistemas em fluxo permite uma redução drástica de atrasos e ineficiências criados pelos métodos tradicionais de produção em lote e filas de espera, com especial impacto na redução dos custos operacionais. Por outro lado, a diminuição dos níveis de inventário e a otimização do transporte de material e informação aumentam a flexibilidade dos processos (Imai, 1997).

Vários projetos podem ser desenvolvidos seguindo a metodologia TFM para a criação de fluxo numa organização, nomeadamente ao nível da Produção, Planeamento ou Logística. Em cada uma destas situações deve ser utilizado um conjunto de métodos e instrumentos conceptuais adequado à melhoria que se pretende atingir. A Figura 6 apresenta, de forma sucinta, o conjunto destas ferramentas que constituem o modelo *Total Flow Management*.

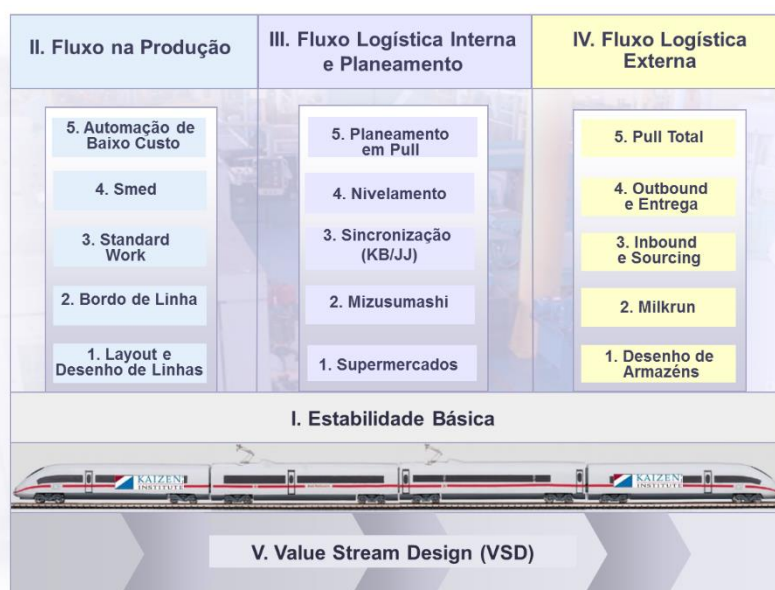


Figura 6 - Modelo *Total Flow Management*

Fonte: Kaizen Institute (2015)

Por se tratar de um projeto de otimização de fluxos de informação, atuando ao nível da reestruturação do processo de Planeamento, o seu desenvolvimento foi amplamente suportado pelo pilar “III” do modelo TFM. Este pilar, “Fluxo na Logística Interna e Planeamento”, tem como objetivo último a criação de um fluxo contínuo de informação, despoletado por necessidades reais do consumidor (Coimbra, 2009).

Adicionalmente, foi também utilizado o pilar “V” de *Value Stream Design* como ferramenta de suporte para a visualização das relações entre todas as atividades do processo. Estes dois pilares são abordados com maior detalhe nos próximos pontos.

2.3.2 Ferramentas TFM para criação de fluxo no Planeamento

O fluxo de informação no Planeamento integra todas as atividades de Produção e Logística, para que o sistema funcione de forma sincronizada com o consumo efetivo do cliente, e para que a entrega dos produtos ou serviços se verifique *just-in-time*. A complexidade deste pilar reside precisamente na importância que possui para o alinhamento de todos os processos internos e externos à organização.

Supermercados

O primeiro nível de melhoria no fluxo de informação passa pela criação de “supermercados”. Um supermercado é um local de armazenamento fixo de produtos, cujo conceito base deriva dos tradicionais supermercados do mercado retalhista: cada produto possui uma única localização fixa, de fácil acesso (na maioria dos casos, ao nível da cintura do operador), funcionando segundo um modelo de reposição FIFO (*First-in, First-out*) e auxiliado por mecanismos simples de gestão visual.



Figura 7 - Modelo de armazenamento tradicional versus armazenamento em supermercado
Fonte: Kaizen Institute (2015)

A principal diferença entre este tipo de armazenamento e um armazém ou zona de armazenagem tradicional reside na estipulação de níveis máximos de *stock* e níveis de reposição. Em consonância com a filosofia “*pull*”, a reposição deste armazenamento é despoletada pelo consumo real dos seus componentes: assim que alguma das referências atinge o nível de reposição estipulado, é lançada uma ordem de reposição para a produção dessa mesma referência no processo a montante.

A implementação de supermercados tem um grande impacto no processo de Planeamento, uma vez que o consumo de determinada referência despoleta uma ordem de reposição automática no processo a montante, e assim sucessivamente. Esta alteração ao paradigma de gestão e controlo da produção permite que toda a cadeia de valor seja planeada a partir de um único ponto, que comanda todos os restantes elos produtivos (Smalley, 2004).

De uma forma geral, um sistema de armazenamento em supermercado tem como principal objetivo a absorção da variabilidade dos processos e da mutabilidade da procura, garantindo um sincronismo e nivelamento dos processos. Esta garantia da continuidade do fluxo de material e informação ganha especial importância quando aplicada entre processos de difícil integração (por restrições físicas, técnicas ou logísticas), regulando os *mudas* de produção em excesso e espera de material.

A seleção de referências para supermercado deve constituir um processo criterioso de análise, uma vez que qualquer inventário deve ser encarado como desperdício, ainda que incluído num modelo de criação de fluxo operacional. Daqui decorre que apenas referências com níveis de rotação elevados devam ser consideradas para integração em supermercado.

Moore (2011) defende a aplicação do *Princípio de Pareto*⁴ na análise ao histórico de vendas, e a classificação de referências segundo uma lógica “ABC”⁵ como critério orientador para este processo de seleção. Muller (2011) acrescenta que esta análise deverá ser tridimensional, englobando as variáveis valor, quantidades vendidas e frequência de venda, para uma melhor caracterização do perfil de cada uma das referências.

A implementação deste sistema será motivo de análise no Capítulo 5 desta dissertação.

Sincronização

O termo “sincronização” está relacionado com os mecanismos utilizados para assinalar o início de um processo produtivo, uma atividade de *picking* ou a entrega de materiais. No contexto industrial, estes mecanismos tomam geralmente a forma de ordens de produção ou listas de reposição.

Num ambiente *Lean*, a sincronização dos processos é feita preferencialmente com recurso a dispositivos físicos facilmente identificáveis e visíveis em todo o *gemba*. De acordo com os princípios de gestão visual, estes dispositivos devem garantir uma gestão eficiente dos mesmos e permitir uma resposta rápida por parte dos utilizadores (Imai, 1997).

O método mais comum para a implementação deste princípio designa-se por *Kanban*. Este vocábulo de origem japonesa significa “cartão” ou “etiqueta”. De uma forma bastante simples, este sistema de controlo da produção utiliza cartões com informação sobre o produto (tipicamente código da referência, cliente, fornecedor, quantidade a fornecer) para despoletar a produção ou movimentação da quantidade necessária de material.

Na Figura 8 pode ser observado um exemplo deste sistema implementado na CIN, aplicado ao processo de reposição de referências consumidas num supermercado de rótulos.

⁴ Princípio (também conhecido como “regra 80-20” ou “princípio da dispersão de fatores”) que afirma que, para muitos eventos reais, cerca de 80% dos efeitos são consequência de 20% das causas. Foi sugerido por Joseph M. Juran e nomeado em honra ao economista italiano Vilfredo Pareto.

⁵ Lógica ou análise “ABC” divide o inventário em três categorias: “A”, referências de maior valor e grande importância; “B”, referências de valor e importância medianas; “C”, referências marginalmente importantes.

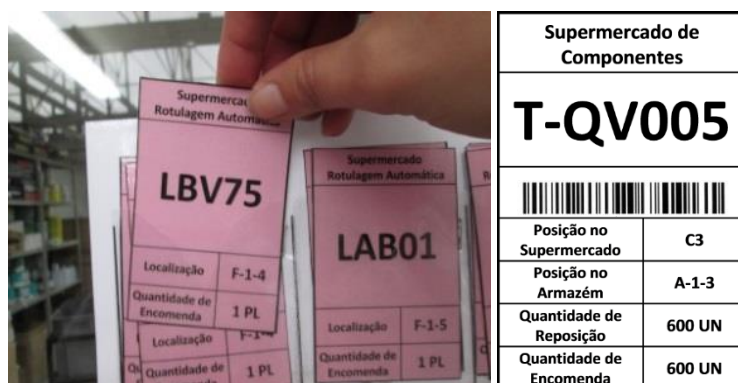


Figura 8 – Exemplo de um sistema *kanban* para a sincronização e controlo de produção na CIN

O ciclo de um cartão *kanban* é desencadeado pelo consumo de um produto ou lote de produtos acabados de um supermercado, como ilustrado no ponto 1 da Figura 9. Assim que este consumo provoca a descida do inventário para uma quantidade inferior ao nível de reposição, o *kanban* é enviado para um sequenciador na Produção (2 e 3), onde atua como uma ordem de produção da quantidade predefinida do material consumido. Após a satisfação da ordem de produção (4), o material é de novo enviado para o supermercado juntamente com o *kanban*, sinalizando o final do processo de reposição (5).

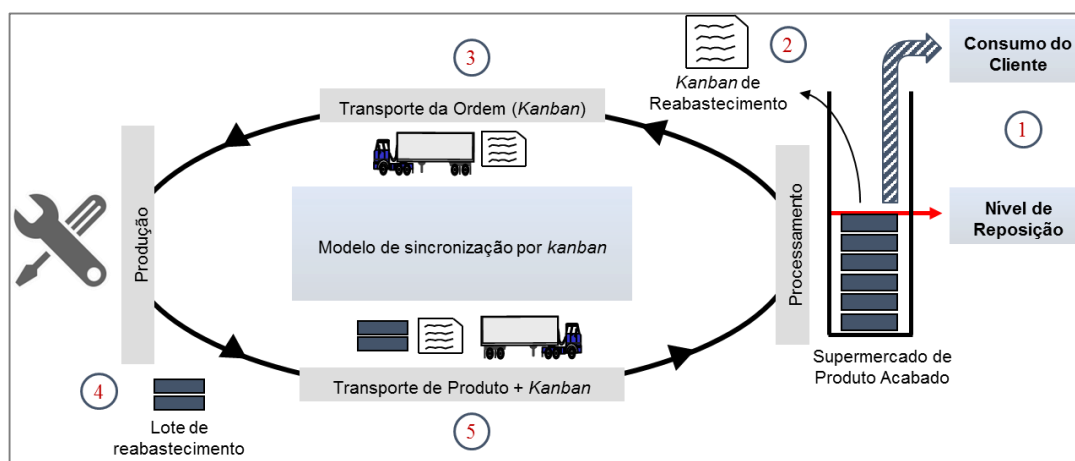


Figura 9 - Ciclo de reposição por *Kanban*

A implementação de um modelo de reposição por *kanban* permite um fluxo suave e controlado de material e informação, e garante a coordenação de todo o processo de Planeamento com a área de Produção. Esta ferramenta visual atua como o motor que governa, regula e limita a produção e distribuição de material no seio de um sistema “pull”.

Nivelamento

As constantes variações da procura de determinados produtos ao longo do tempo conduzem a oscilações na capacidade produtiva de qualquer organização. Um ajuste contínuo para combater o excesso ou defeito desta capacidade implicaria um nível de flexibilidade irrealista em termos de força de trabalho e equipamento (Rother e Harris, 2001).

Uma abordagem típica nestas situações passa pela criação de grandes lotes de produção, procurando estabilizar o fluxo de produção. No entanto, este tipo de estratégia compromete a capacidade de resposta ao mercado, em virtude dos elevados tempos de produção e reposição. Segundo estudos recentes (Muller, 2011), esta abordagem provoca ainda um aumento dos níveis de inventário na ordem dos 30%.

Em alternativa, o processo de nivelamento *Kaizen* procura nivelar a cadeia produtiva em termos de volume e diversidade de referências, garantindo um fluxo constante de todos os produtos para jusante, de acordo com o consumo do mercado.

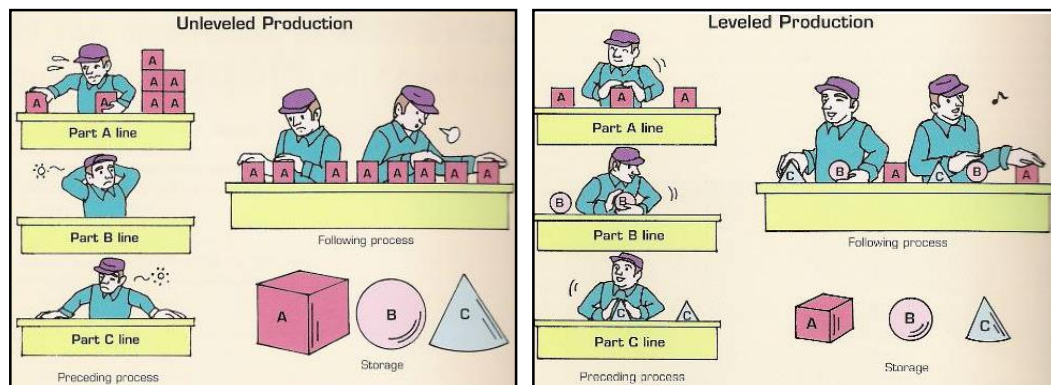


Figura 10 - Nivelamento da carga: produção em lote versus produção nivelada

Fonte: Shingo (1989)

A criação de estabilidade nos processos produtivos e a suavização dos planos de produção reduzem a necessidade de aumento de *stocks* para combater picos de procura, e garantem a minimização dos tempos de espera de material, o balanceamento de linhas e a normalização do trabalho, como representado na Figura 10. Em última instância, estas alterações ao modelo de produção têm um forte impacto no nível de serviço ao cliente, reduzindo *lead times* de resposta às necessidades dos consumidores e aumentando a disponibilidade de produtos (Jones, 2006).

A implementação de um modelo de produção nivelado é suportada pelos conceitos de supermercado e *kanban* abordados anteriormente.

Planeamento em Pull

O modelo de produção típico de uma organização industrial baseia-se no cumprimento de um plano mestre, lançado pelo Planeamento de acordo com previsões de vendas, que despoleta a produção das referências necessárias. Este tipo de modelos é denominado por “*push*”, uma vez que o material produzido é “empurrado” para jusante na cadeia de valor. Estes modelos estão geralmente associados a sistemas MRP⁶, e caracterizam-se por *lead times* longos, grandes lotes de produção, fluxos de material e informação lentos, e fracos níveis de serviço provocados por previsões erradas.

Num modelo de produção “*pull*”, é o consumo real do cliente que despoleta o lançamento de ordens de produção, garantindo-se assim que apenas são produzidas referências no momento em que são efetivamente necessárias. Na visão global da cadeia de valor, quando um produto é consumido, o mercado “puxa” uma ordem de reabastecimento no último elo da cadeia que, por

⁶ *Material Requirement Planning* (planeamento das necessidades de material)

sua vez, despoleta ordens de produção em processos a montante, até ao fornecedor de matéria-prima (Chase *et al.*, 2006).

Consequentemente, este sistema funciona segundo a filosofia de criação de fluxo, e apresenta várias vantagens em relação ao modelo tradicional “*push*”: não depende de previsões de vendas, as várias operações são sincronizadas automaticamente ao longo da cadeia de valor (com recurso, por exemplo, aos já referidos *kanbans*), possui fluxos de material e informação simplificados, lotes pequenos de produção, e *lead times* menores.

No âmbito dos projetos de melhoria TFM, é comum dividir a implementação deste modelo em três grandes fases: (i) Planeamento Estratégico, que engloba a definição do plano estratégico de produção e gestão de *stocks* para as referências de produto acabado e componentes; (ii) Planeamento Operacional, onde é determinada a capacidade produtiva necessária e dimensionada a logística de apoio; (iii) Planeamento de Execução (ou de Implementação), onde se atua ao nível da definição de que ordens iniciarão o sistema de produção “*pull*”.

Value Stream Design

Em qualquer projeto de transformação *Kaizen/Lean*, é necessária uma visão clara sobre o modelo de negócio da organização, incluindo os processos produtivos, fluxos de material/informação e interações que o caracterizam.

Neste contexto, a ferramenta *Value Stream Design* (também denominada *Value Stream Mapping* ou VSM) é utilizada como um auxiliar gráfico para a visualização de toda a cadeia de valor. Esta representação fornece uma linguagem visual normalizada para análise dos processos produtivos, tornando visíveis todas as interações e fluxos de forma simples e intuitiva. Este exercício permite identificar, com um nível de detalhe macro, as principais fontes de desperdício e focar as iniciativas de melhoria nos processos críticos da organização. A simbologia utilizada neste tipo de representação pode ser consultada no início deste relatório.

Depois de utilizada a ferramenta VSM, é comum a análise com maior detalhe do(s) processo(s) selecionados como críticos para a melhoria que se pretende atingir. Nesta fase é usualmente utilizada a ferramenta de *Process Mapping*, ou Mapeamento do Processo, que permite representar as relações “fornecedor-cliente” dentro de um processo em particular. Neste tipo de mapeamento são identificadas as funções, sequência lógica de atividades, e *inputs* e *outputs* que o caracterizam. Na Figura 11 apresenta-se o *layout* típico desta ferramenta.

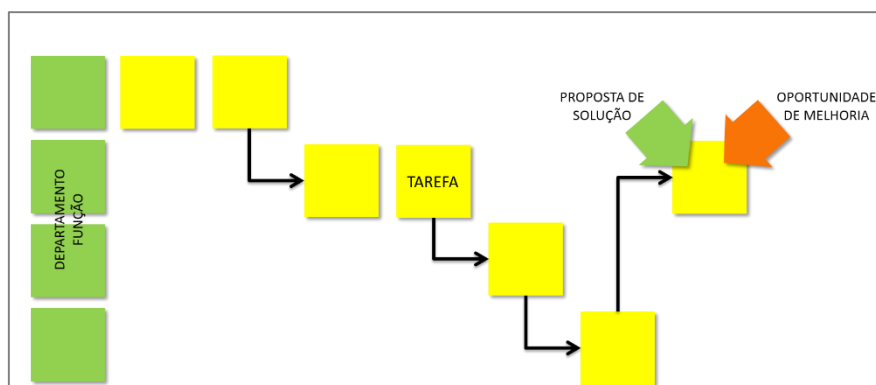


Figura 11 - Layout da ferramenta de *Process Mapping*

2.4 Sequenciamento

No projeto foi desenvolvido um procedimento para otimização da sequência de enchimento de tinta, através da minimização dos tempos de *setup* entre referências. Estes tempos resultam da reconfiguração e/ou limpeza das linhas de produção entre o processamento de duas referências distintas. Para este trabalho, interessa analisar o caso particular em que estes tempos não são constantes, mas dependentes da própria sequência produtiva.

O sequenciamento, *scheduling*, de Produção é uma das atividades mais críticas no processo de Planeamento de uma organização industrial. Em termos gerais, esta atividade utiliza métodos e técnicas de otimização para a afetação de recursos escassos, usualmente máquinas ou equipamentos, à realização de tarefas ao longo de um período limitado de tempo (Pinedo, 2012).

Os problemas de sequenciamento que envolvem tempos de *setup* podem ser divididos em duas categorias: (i) independentes da sequência ou (ii) dependentes da sequência. Um *setup* diz-se dependente da sequência, quando a sua duração é influenciada tanto pelo trabalho em processamento, como pelo trabalho imediatamente seguinte (Allahverdi *et al.*, 1999).

Exemplos deste tipo de situação podem ser normalmente encontrados em (i) fábricas de compostos químicos (Yang, 1999), onde a profundidade da limpeza depende do componente fabricado e do componente seguinte, (ii) no setor têxtil (Ferreira e Santos, 2005), onde a configuração de prensas e teares para o processamento de uma nova produção depende da variação de cor, tamanho e tecido da produção anterior, e (iii) na indústria vidreira (Almada-Lobo *et al.*, 2007), onde o tamanho e forma dos recipientes influencia o tempo de *setup* para a referência seguinte. Também no fabrico de tintas se verifica este cenário, onde o tempo de lavagem dos equipamentos depende da diferença de cor e viscosidade entre o produto em processamento e o seguinte.

Em aplicações industriais, Graham *et al.* (1979) identificam como objetivos mais proeminentes a minimização do tempo total de conclusão e a minimização do atraso máximo. Estes critérios estão intimamente ligados com o nível de serviço e a eficiência operacional, já que a minimização do tempo total de conclusão envolve a manutenção de um nível de inventário de produto em curso reduzido e o cumprimento de prazos acordados com os clientes.

Devido à sua natureza combinatória, os problemas de sequenciamento podem ser computacionalmente complexos e de difícil resolução.

O problema de sequência de produção de uma linha de enchimento de tinta referido foi modelado com o objetivo de minimização dos tempos de *setup*, e foi desenvolvido um algoritmo para a sua resolução. A implementação deste algoritmo no processo produtivo é indispensável para o planeamento e gestão de um equipamento de alta cadência. Na secção 5 do Capítulo 5 serão apresentados mais detalhes.

Alguns trabalhos neste âmbito, implementando modelos e heurísticas, têm sido desenvolvidos e aplicados. Por exemplo, Bianco *et al.* (1988) e Arcelus e Chandra (1983) desenvolveram métodos exatos para problemas de minimização do tempo total de conclusão, com *setups* dependentes da sequência; Ovacik e Uzsoy (1994) apresentam várias heurísticas para a minimização do atraso máximo.

3 Caracterização da Situação Inicial

Ao contrário da maioria dos projetos no âmbito do *Kaizen Institute*, para este não existia uma fase de preparação e planeamento prévia, onde fossem identificados os principais problemas e decidido o âmbito de atuação. Assim, o projeto foi iniciado com a caracterização e análise da situação inicial da empresa, como ponto de partida para a definição da melhor estratégia a seguir.

Na primeira parte deste capítulo será feita uma introdução ao processo produtivo da Nave Central, onde se apresenta a sua organização interna e se descrevem os principais fluxos de produção e de informação.

Na segunda parte deste capítulo será feita uma exposição detalhada de todos os dados recolhidos no terreno que permitiram caracterizar o nível de serviço da empresa e analisar, de uma forma integrada, todas as variáveis que definem a sua evolução.

No fim deste capítulo, o processo de Planeamento será apontado como o problema principal que afeta o nível de serviço da empresa, de entre os identificados; sobre este uma análise mais detalhada para definição de oportunidades de melhoria será elaborada.

3.1 Processo Produtivo

O processo produtivo na Nave Central está dividido em dois grandes setores: a fase de Fabrico, onde são produzidas as tintas através da preparação e mistura de vários componentes e matérias-primas; e a fase de Enchimento, onde o produto final é acondicionado em embalagens de vários tamanhos e marcas. Existe ainda uma fase intermédia de Controlo de Qualidade, onde são inspecionadas as propriedades das tintas produzidas e corrigidas imperfeições. O *layout* da Nave Central com a divisão entre as suas principais secções encontra-se esquematizado na Figura 12.



Figura 12 - Layout da Nave Central

A análise ao processo produtivo da Nave Central foi iniciada com recurso à ferramenta VSM, que permitiu uma visão global sobre todas as atividades, fluxos de material e fluxos de

informação integrantes neste processo. A esquematização gráfica do processo produtivo pode ser consultada na Figura 13.

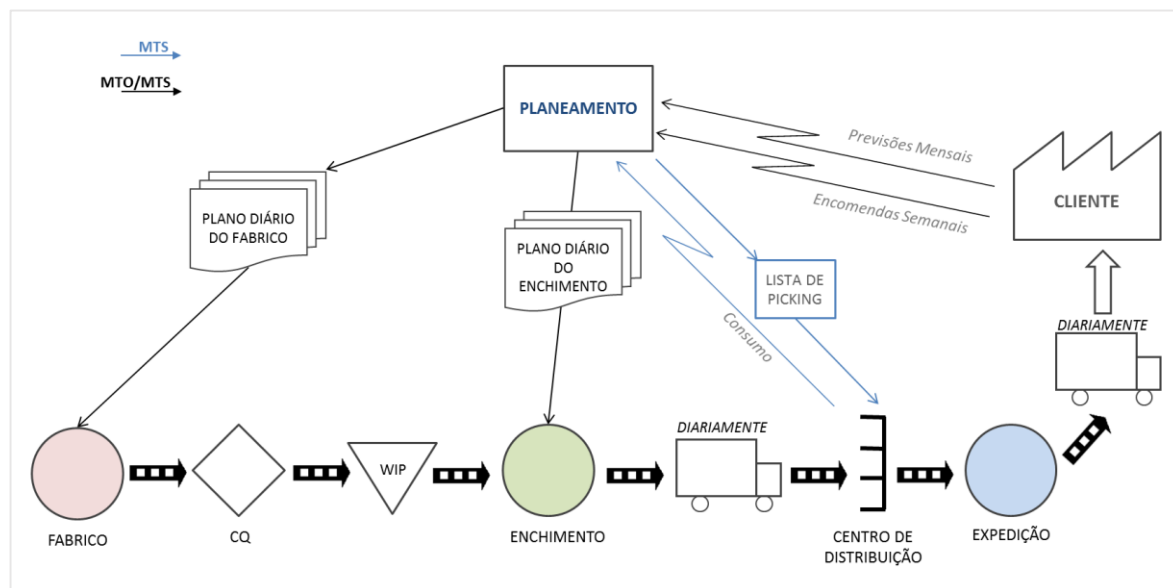


Figura 13 - Value Stream Mapping da Nave Central

Fluxo de Informação

Ao nível do Planeamento, os produtos são divididos em duas grandes categorias, com base na estratégia de gestão do seu nível de *stock*: produtos *make-to-order* (MTO) e produtos *make-to-stock* (MTS).

Os produtos MTO são planeados de acordo com as encomendas dos clientes, após análise de necessidades de matéria-prima e crédito do cliente. Os produtos MTS seguem um modelo misto *push-pull*, sendo planeados em função do nível de *stock* no Centro de Distribuição e de previsões calculadas mensalmente, de acordo com o histórico de vendas.

Diariamente é realizado um planeamento dos fabricos e dos enchimentos, em dois pontos distintos da cadeia produtiva. O plano é definido por um responsável pela programação, tendo em conta dois critérios: as prioridades, que estão relacionadas com pedidos diretos de clientes particulares; e as roturas no Centro de Distribuição na Maia. Na ausência de produtos classificados com estes critérios, são planeados para enchimento outros produtos que já tenham sido aprovados pelo Controlo de Qualidade; os produtos a fabricar, nestes casos, são definidos casuisticamente pelos responsáveis.

Fluxo de Material

O Planeamento despoleta o processo de produção de tintas através de Ordens de Fabrico (designadas por OF), que identificam as diferentes matérias-primas, respetivas quantidades, e operações necessárias para a fabricação de determinada referência de tinta. No final deste processo, a tinta é armazenada em tanques enquanto aguarda pelo enchimento.

Após o fabrico, todos os produtos passam pelo Controlo de Qualidade, que classifica cada uma das referências como: (A) Aprovada, estando conforme com as especificações físico-químicas e apta para enchimento; (B) Rejeitada, não possuindo os requisitos mínimos exigidos para comercialização; (C) A necessitar de correção, após a qual será sujeita a nova validação.

Paralelamente, são lançados Talões de Enchimento (TE), que identificam a referência de tinta a encher e os materiais de embalagem (latas, tampas, rótulos, caixas e tipos de palete) necessários para acondicionar o produto final. Este talão pode ser lançado no seguimento de uma ordem de fabrico ou independentemente desta nos casos em que já exista *stock* de tinta disponível em tanques aprovados pelo Controlo de Qualidade.

A cada referência de tinta fabricada poderão corresponder vários produtos finais: embalagens com tamanhos diferentes e/ou marcas diferentes. A título de exemplo, uma tinta com uma referência específica poderá ser utilizada em embalagens de 1 litro CIN, 4 litros CIN e 4 litros Sotinco.

Em termos gerais o processo de Enchimento pode ser decomposto no leque de atividades representado na Figura 14.

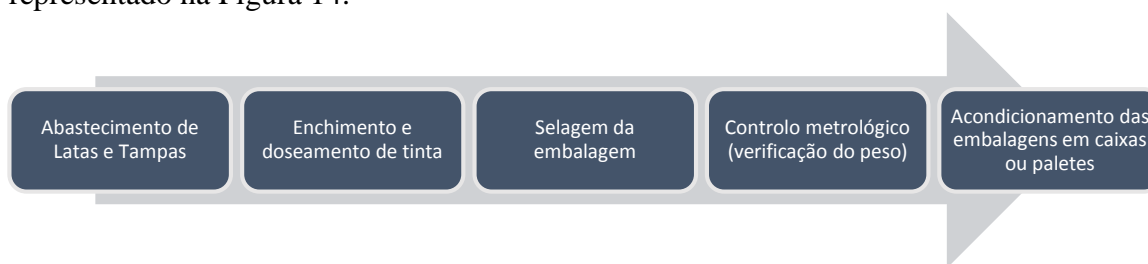


Figura 14 - Etapas do processo de Enchimento na Nave Central

Na Nave Central, o enchimento de embalagens de produto final pode ser efetuado recorrendo a três métodos diferentes:

- *Linhas automáticas*, onde todo o processo de enchimento, doseamento de tinta e selagem de embalagens é efetuado de forma totalmente automática. As tarefas do operador restringem-se ao abastecimento da linha com latas e tampas e ao acondicionamento do produto final em caixas ou paletes;
- *Linhas semiautomáticas*, onde todo o processo é realizado manualmente pelo operador, com exceção do doseamento de tinta;
- *Enchimento manual*, efetuado sem recurso a processos automatizados (incluindo o doseamento de tinta, que é executado manualmente com recurso a balanças).

Atualmente, o enchimento automático é constituído por três linhas que podem ser operadas por dois colaboradores, designadamente: ME24, ME35 e ME36. A primeira é uma linha mais antiga, com um modo operativo distinto, estando exclusivamente dedicada a enchimentos de tintas coloridas de base solvente até aos 5 litros. As duas últimas são idênticas, com cadência elevada para embalagens até aos 5 litros e utilizadas para tintas brancas de base aquosa e tintas brancas de base solvente, respetivamente.

Ao nível das máquinas de enchimento semiautomático, estão disponíveis dois equipamentos – ME16 e ME17 – com cadência reduzida e utilizadas num leque alargado de produtos em embalagens de pequeno volume (até 4 litros).

Finalmente, o enchimento manual é realizado por quatro operadores dedicados a encher embalagens com elevado volume, desde latas com um mínimo de 4 litros a tambores com um máximo de 200 litros.

Após o enchimento, os produtos finalizados são enviados para o Centro de Distribuição e armazenados até à sua expedição para o cliente final.

3.2 Nível de Serviço

A evolução dos mercados atuais assenta num novo paradigma, onde a flexibilidade e a capacidade de resposta a uma procura em constante mutação são fatores críticos para o sucesso de uma organização. A criação de valor para o cliente é fundamental e o nível de serviço da empresa é um dos principais indicadores na análise à sua performance.

Na Nave Central, o nível de serviço é avaliado através do número de linhas de encomenda de produtos MTS em rotura no Centro de Distribuição. Um pedido de cliente é constituído por uma ou mais linhas de encomenda, cada uma das quais especifica a quantidade requerida de determinado produto. Se em determinado momento o *stock* disponível para entrega de um produto for inferior à quantidade requisitada pelo cliente, a empresa não tem capacidade para satisfazer essa linha de encomenda, incorrendo numa rotura.

Na Figura 15 pode ser consultado o perfil do número de linhas de encomenda em rotura para o ano de 2014, em função da classificação de produtos “ABC” da empresa.

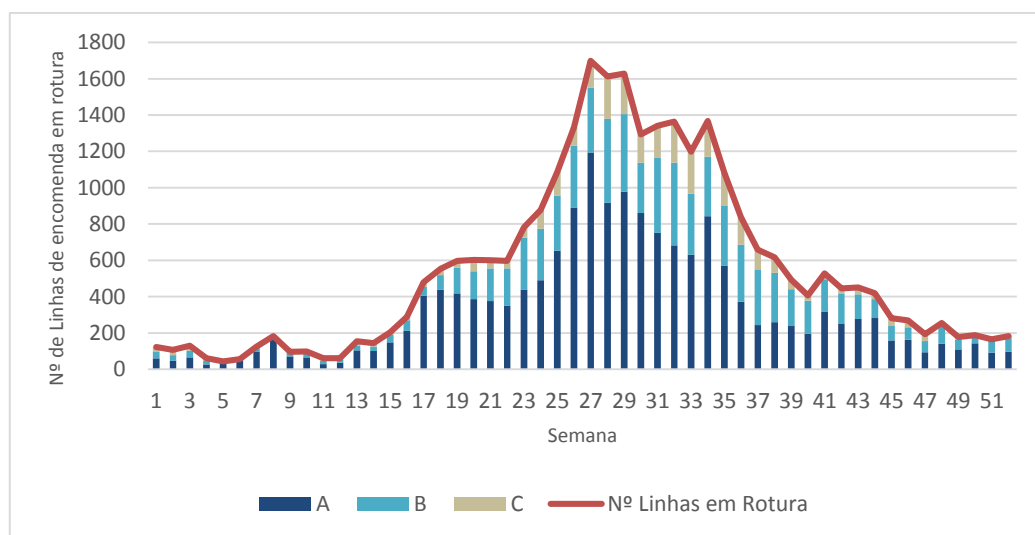


Figura 15 - Perfil do número de linhas de encomenda em rotura em 2014 (média diária)
(Elaborado com base no histórico de dados recolhidos)

O setor de comercialização de tintas e vernizes é altamente sazonal, já que depende em grande medida de condições meteorológicas favoráveis. Consequentemente, observa-se um aumento considerável do número de roturas no período de verão, que corresponde ao período de maior atividade. Esta época alta de vendas compreende os meses de Maio a Outubro (semana 18 à semana 44).

Da análise da figura anterior verifica-se ainda o elevado peso que as linhas de encomenda de produtos A têm no nível de roturas da Nave Central. Em termos médios, as roturas de produtos A correspondem a 62% do total de linhas de encomenda, enquanto que os valores médios para os produtos B e C se fixam em 33% e 5%, respetivamente. Estes dados revelam um grave problema ao nível da estratégia de planeamento utilizada pela CIN, com consequências diretas no nível de serviço de clientes.

Um dos principais problemas encontrados durante o processo de caracterização do nível de roturas prendeu-se com a não existência de dados relativos ao número total de linhas de encomenda que deram entrada na Nave Central. Apenas são mantidos registos para o número de linhas de encomenda em rotura, pelo que não existem dados que permitam o cálculo da

percentagem de linhas em rotura. Consequentemente, a comparação entre o ano de 2015 com o ano de 2014 torna-se bastante mais complexa, já que a análise através do número absoluto de roturas não entra em linha de conta com o crescimento dos pedidos de clientes.

Tece-se uma nota crítica ao indicador contratualizado no projeto. Na verdade, e dado que a empresa apresenta um nível de crescimento na Produção de 4,7% em 2015, a medição em valores absolutos do número de roturas não é a mais apropriada. Ou seja, a manutenção do número de roturas já é por si só, neste contexto, uma melhoria de desempenho, e uma redução efetiva do número absoluto é tanto mais subvalorizada quanto a melhoria de desempenho da empresa.

Uma vez que um produto em rotura no Centro de Distribuição pode despoletar a rotura de várias linhas de encomenda de clientes diferentes, foi analisada a correlação entre estes dois indicadores. O resultado da análise encontra-se na Figura 16.

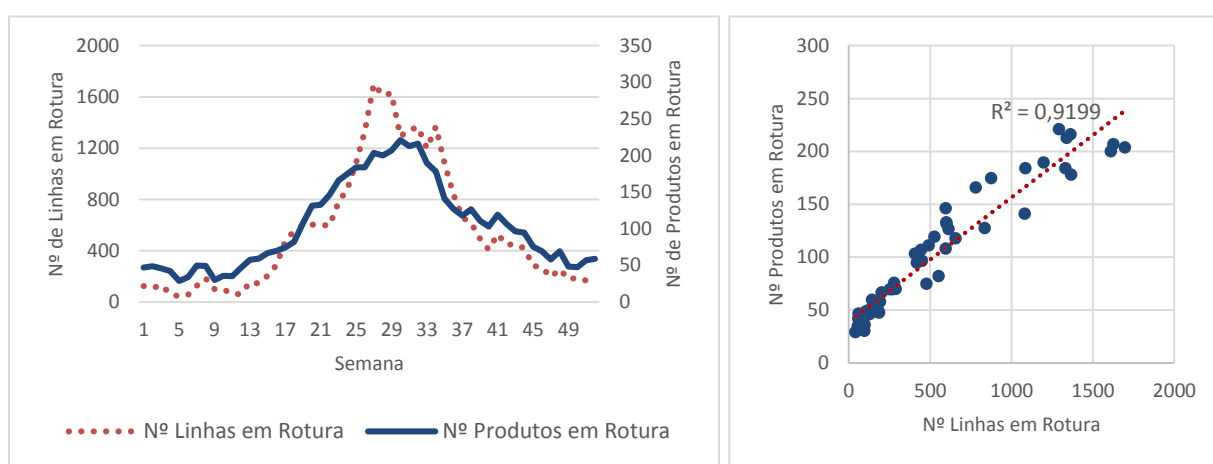


Figura 16 - Correlação entre o número de produtos em rotura e o número de linhas em rotura em 2014

Tal como observado na figura anterior, existe uma relação quase direta entre os dois indicadores, sendo que o número de produtos em rotura segue um padrão semelhante ao número de linhas em rotura ao longo de todo o ano, com um coeficiente de determinação R^2 de 0,9199. Esta correlação permite concluir que os problemas de roturas não são específicos de um grupo ou família de produtos, mas sim sintomáticos a todas as referências da Nave Central.

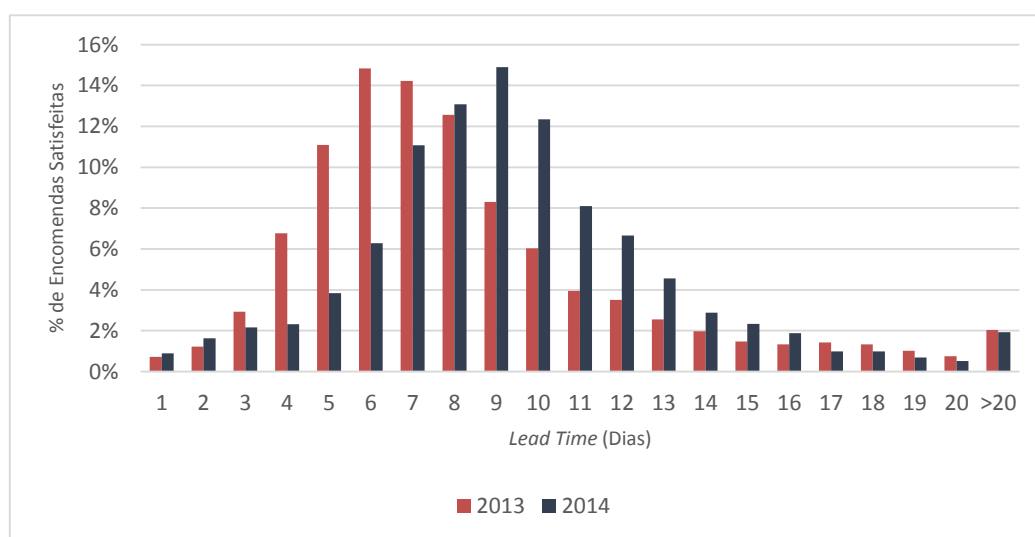
Com o intuito de aprofundar este tema, foi recolhida uma amostra de motivos de roturas ao longo de uma semana. A empresa não realizava qualquer tipo de monitorização relativamente a este indicador, pelo os dados recolhidos se basearam em observações no terreno.

Na Tabela 1 encontram-se resumidas as principais categorias compiladas. Estes dados revelam que 63,6% das roturas são provocadas por falhas no Planeamento, o que sugere a necessidade de uma análise mais detalhada deste processo.

Tabela 1 - Motivos de rotura na Nave Central

		MOTIVO	%
ÁREA	Aprovisionamento	Atraso na entrega de matérias-primas	4,9%
		Atraso na entrega de embalagens ou rótulos	2,3%
	Fabrico	Problemas de qualidade	9,6%
		Falta de capacidade produtiva	4,1%
	Enchimento	Problemas técnicos	11,2%
		Falta de capacidade produtiva	4,3%
	Planeamento	Falha na programação de enchimentos e fabricos	36,4%
		Desvios de vendas face a previsões	16,1%
		Campanhas com previsões inadequadas	9,1%

Para além do nível de roturas, o *lead time* de resposta ao cliente condiciona o nível de serviço da empresa. Apesar de não constituir uma meta direta do projeto, a importância deste indicador e o seu impacto no objetivo global de melhoria do nível de serviço tornam-no numa variável crítica que deve ser acompanhada de perto. A Figura 17 ilustra a evolução deste indicador entre os anos de 2013 e 2014.


Figura 17 - Evolução do *lead time* da Nave Central entre os anos de 2013 e 2014

À data do início do projeto, o *lead time* médio de resposta ao cliente da Nave Central centrava-se em 10,4 dias, com um valor mediano de 9 dias. A análise deste gráfico permite observar um aumento na ordem dos 20% deste valor face ao ano de 2013, altura em que o *lead time* médio era de 8,7 dias, com um valor mediano de 7 dias.

Este valor revela uma falha no modelo de planeamento da empresa, uma vez que a CIN se compromete, contratualmente, a entregar qualquer encomenda num prazo máximo de 7 dias aos seus clientes. Para se perceber a dimensão deste problema foi realizado um estudo adicional cujos resultados se apresentam na Figura 18.

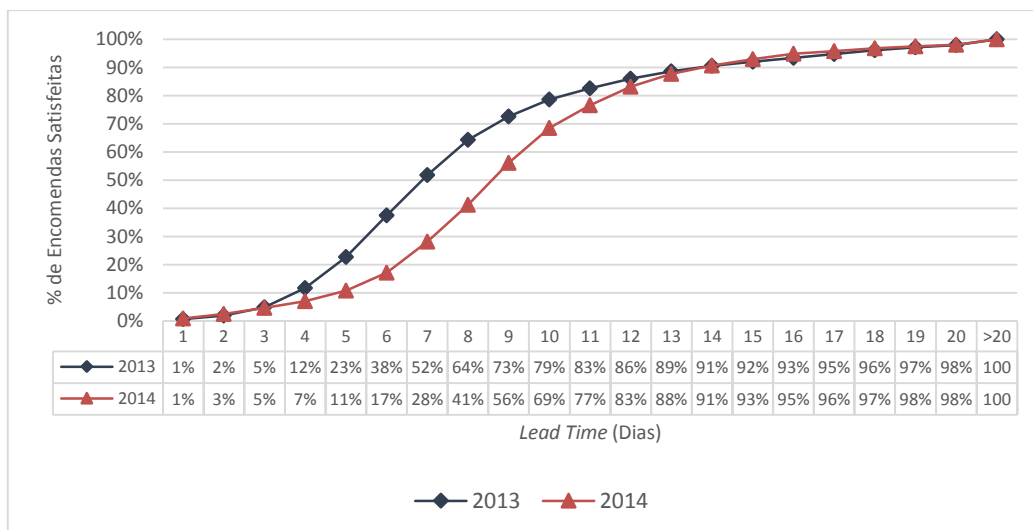


Figura 18 - Curvas de resposta ao cliente para os anos de 2013 e 2014

Este gráfico traça o *lead time* médio da Nave Central necessário para a satisfação de uma percentagem predeterminada de encomendas. Da leitura do gráfico conclui-se que apenas 28% das encomendas cumprem com a cláusula de entrega no espaço de 7 dias.

3.3 Estratégia de ação: Planeamento

O diagnóstico do estado inicial da Nave Central, com recurso ao mapeamento do processo produtivo e análise dos indicadores apresentados nas secções anteriores, permitiu um levantamento das variáveis que influenciam o nível de serviço desta unidade industrial.

O processo de planeamento revelou enormes fragilidades, sendo responsável por um elevado número de roturas. Acresce o facto de a grande maioria das linhas em rotura incidir sobre produtos de grande valor (produtos “A”). Os *lead times* desajustados à realidade do mercado e o incumprimento nos prazos de entrega de encomendas são também pontos críticos.

Com base nos dados recolhidos e em parceria com os responsáveis internos do projeto, foi estrategicamente definida a necessidade de produzir alterações profundas ao modelo de Planeamento da organização, para o aumento da eficácia deste processo.

A análise detalhada do modelo de Planeamento será abordada no capítulo seguinte. Este estudo constitui um dos grandes contributos do trabalho, já que permitiu a identificação das principais oportunidades de melhoria e culminou com o desenho, desenvolvimento e implementação de soluções para a redefinição deste processo.

4 Análise ao processo de Planeamento

Com base nos indicadores relativos ao número de linhas em rotura e *lead times* de resposta ao cliente, e por se tratar de um problema transversal à organização, formou-se uma equipa multidisciplinar tendo em vista uma análise estruturada e detalhada ao processo de Planeamento.

A equipa foi constituída por dois elementos da equipa de Produção – Diretor de Produção e Programador – e dois elementos da equipa de Planeamento – Diretor de Planeamento e Responsável de Aprovisionamentos. O trabalho foi desenvolvido em ambiente de *workshop* com o apoio do *Kaizen Institute*.

Definiu-se como objetivo do trabalho a reestruturação do modelo de Planeamento da Nave Central, em todas as vertentes de atuação: planeamento estratégico, planeamento de capacidade e planeamento de execução. Com o novo modelo pretende-se estabelecer um processo de Planeamento global e integrado, de modo a aumentar a qualidade e eficácia das decisões da organização. Neste ponto, a sensibilização de todos os colaboradores para a importância deste projeto revelou-se essencial.

O levantamento exaustivo do modelo de Planeamento foi efetuado com base na ferramenta de *Process Mapping*, que permite uma visualização e análise detalhadas do fluxo de interações entre pessoas, *inputs/outputs* e atividades. Este processo decorreu segundo a metodologia ilustrada na Figura 19. O resultado final do mapeamento pode ser consultado no Anexo A.

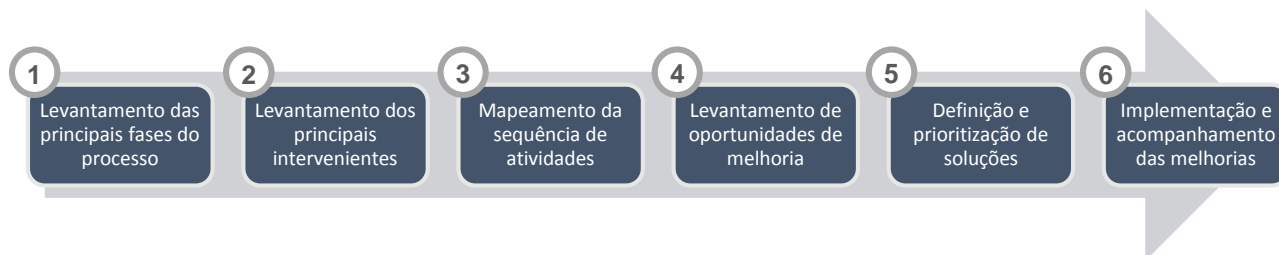


Figura 19 - Metodologia utilizada no mapeamento do processo de Planeamento

Nas secções seguintes será dado algum detalhe sobre a metodologia, expondo, de forma agregada, as suas partes constituintes.

4.1 Mapeamento do processo

A primeira fase desta abordagem, passos 1 a 3, passou pela identificação das principais fases e intervenientes do Planeamento. Com base nesta informação, a equipa catalogou todas as atividades constituintes do processo e traçou o mapa de relações entre cada uma delas, com o intuito de estabelecer a sua sequência. Este trabalho pode ser consultado na Figura 20.

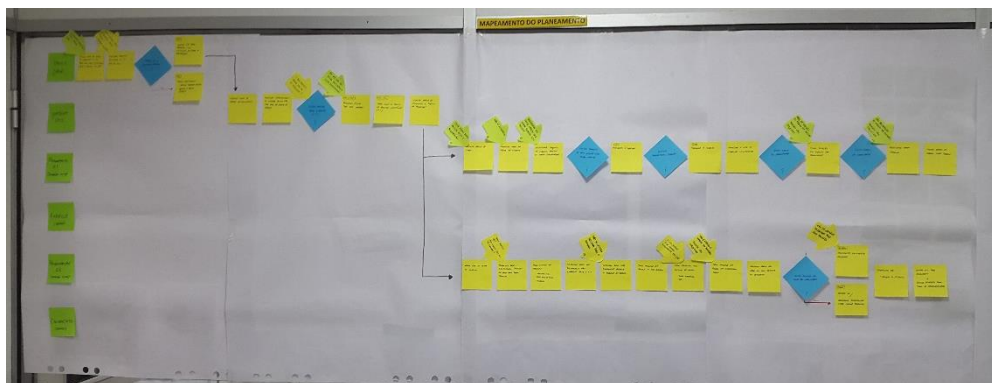


Figura 20 - Mapeamento do Planeamento: Sequência de atividades

No mapa do Planeamento, foram identificados a verde todos os intervenientes, a amarelo as tarefas de cada interveniente e a azul as principais decisões a serem tomadas. O quadro contempla ainda um conjunto de setas amarelas que representam questões em esclarecimento, entretanto resolvidas pela equipa.

O processo de Planeamento em detalhe

O Planeamento é constituído por 4 grandes fases: (i) análise de necessidades de produtos, (ii) análise de necessidade de matérias-primas, (iii) programação de ordens de produção, e (iv) sequenciamento de ordens.

Na primeira fase, o responsável verifica os pedidos de encomenda de clientes e confere o nível de cobertura das referências *make-to-stock*. Em caso de necessidade de fabrico de tinta, são lançadas ordens de fabrico com a especificação da quantidade de tinta a produzir, e posteriormente lançados talões de enchimento para o acondicionamento de tinta nas embalagens correspondentes. No caso de já existir tinta disponível em *stock*, apenas é elaborado este último passo.

Estas ordens são enviadas para um segundo elemento, que verifica as quantidades de matérias-primas necessárias para a produção das referências e confere o saldo existente em armazém. No caso de não existir matéria-prima suficiente, são efetuados pedidos de compra a fornecedores ou pedidos de transferência de outras unidades, ficando a ordem de produção retida até à chegada de todo o material. Após a validação da existência de matéria-prima, as ordens são remetidas para o Programador.

A tarefa deste responsável passa por triar, do conjunto de ordens de produção lançadas, aquelas que serão efetivamente produzidas, tendo em conta a sua importância e com base nas restrições de capacidade produtiva existentes. Este processo é feito separadamente para as ordens de fabrico e para os talões de enchimento.

Por último, é elaborada uma programação fina ao nível de cada um dos equipamentos, sendo estabelecida a sequência de produção. No final desta fase, o Programador tem definido o plano de produção para o dia.

4.2 Oportunidades de melhoria e priorização de soluções

Estabelecido o mapa de fluxo de tarefas do planeamento, em parceria com a equipa interna da CIN, conforme detalhado no diagrama anterior, avançou-se para uma fase de observação no

terreno. Tendo por base as observações efetuadas e em confrontação com a experiência da equipa, foram questionados vários processos e identificado um vasto conjunto de problemas.

Cada um destes problemas foi colocado em perspetiva no fluxo previamente mapeado, com recurso a setas laranja, conforme retratado na Figura 21. A rotulagem vermelha expõe informação adicional. Sempre que necessário, foram impressos exemplos de documentos ou ficheiros de suporte à realização de cada uma das tarefas, para um melhor entendimento da sua execução.



Figura 21 - Mapeamento do Planeamento: Definição de oportunidades de melhoria

Para cada um dos problemas foi elaborado um conjunto de medidas para a sua resolução, tendo sempre presente a melhoria do fluxo de informação como objetivo. Estas oportunidades de melhoria foram identificadas com recurso a setas de cor verde.

Do conjunto de 38 oportunidades identificadas, surgiram 28 ações de melhoria com vista à implementação de alterações ao processo de Planeamento. Essas ações foram divididas em 5 grandes grupos, para facilitar a compreensão das áreas em que se centravam as melhorias, de acordo com a Figura 22.

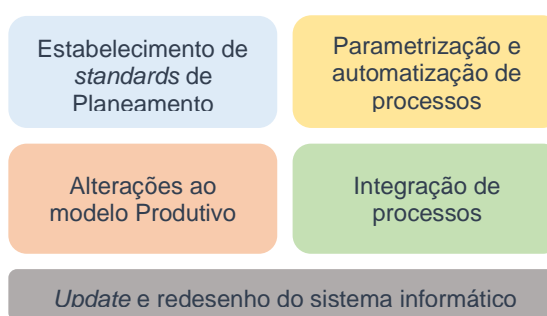


Figura 22 - Principais áreas de atuação das ações melhoria

Atendo à pletora de problemas detetados bem como à diversidade da sua natureza, existiu a necessidade de efetuar uma priorização das ações de melhoria propostas. Para tal recorreu-se a uma matriz de prioridades, cujos eixos são a facilidade de implementação e o impacto na organização. Na Figura 23 apresenta-se um esboço do trabalho de terreno com a equipa; no Anexo B é disponibilizada uma versão final com maior detalhe.

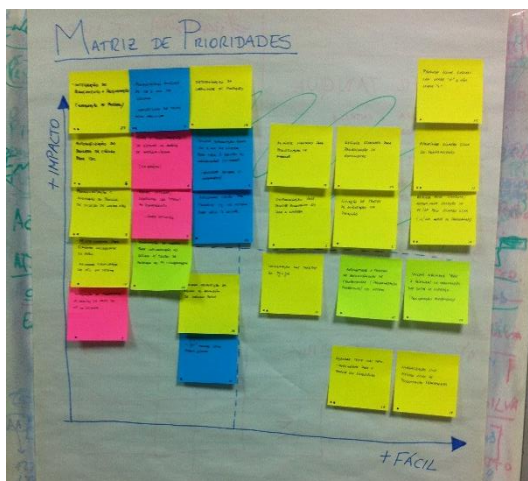


Figura 23 - Matriz de prioridades de ações de melhoria

Com base nesta priorização foi construído um cronograma de implementação, com as várias medidas necessárias à implementação de cada uma das ações de melhoria bem como com a especificação de cada um dos responsáveis. Na Figura 24 apresenta-se uma figura ilustrativa deste trabalho no terreno, sendo o mapa detalhado deste cronograma apresentado no Anexo C.

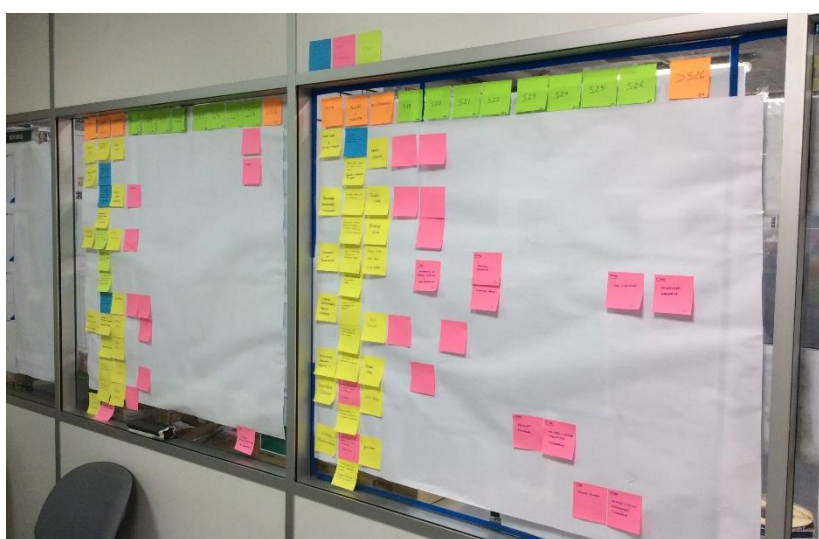


Figura 24 - Definição do cronograma de implementação

De seguida são elencados os problemas mais relevantes e respetiva proposta de solução, tendo em atenção o seu impacto negativo no processo produtivo. Os restantes problemas foram estudados, implementados e resolvidos, mas não serão abordados nesta dissertação.

1. Critérios desajustados na classificação de produtos

Ao nível do Planeamento Estratégico, a CIN divide os seus produtos em duas categorias com base no modelo de gestão do seu nível de *stock*: produtos *make-to-order* e produtos *make-to-stock*.

Esta divisão é feita cruzando a estratégia comercial de cada um dos produtos com uma classificação “ABC”, função do nível de vendas. Após o processo de mapeamento percebeu-se

que esta classificação não era realizada exclusivamente para os produtos da Nave Central, mas sim para todos os produtos comercializados pelas empresas do grupo, incluindo referências de trinchas, pincéis ou outros acessórios, com um valor comercial baixo. Este facto provoca uma distorção grande da classificação, o que em última instância compromete toda a estratégia da Nave Central.

Adicionalmente, não existe um processo normalizado para a revisão deste critério. Na maioria dos casos, a definição de um produto como MTS ou MTO era feita apenas aquando do seu lançamento, não sofrendo qualquer ajuste às alterações do mercado.

As soluções desenvolvidas passaram pela revisão dos critérios de classificação de produtos e a subsequente alteração ao seu modelo de planeamento. Desta análise surgiu ainda a proposta de eliminação de algumas referências.

2. Níveis de reposição calculados com base em previsões desajustadas e agrupados por famílias de produto

O nível de inventário das referências *make-to-stock* é calculado na CIN através do “índice de cobertura”. Esta métrica indica o número de dias de consumo médio que a quantidade disponível de uma referência pode satisfazer. No Planeamento da CIN, quando o valor deste indicador desce abaixo de um limiar predeterminado (denominado “nível de reposição”), são lançados talões de enchimento e ordens de fabrico de tinta (quando necessário).

A elaboração deste índice, tal qual a empresa o definiu, padece de dois problemas graves. Por um lado, este indicador é estabelecido tendo por base previsões de venda, que após cuidada análise revelaram margens de erro na casa dos 30% (Cardoso, 2014).

Acresce a este desvio o facto de que o valor limiar utilizado pela empresa é estabelecido para um conjunto de produtos e não individualmente para cada referência. Este último aspeto é particularmente nefasto, dado que a Nave Central tem uma oferta elevada de produtos com uma grande variabilidade nas encomendas.

Para fazer face a este problema, os níveis de reposição passaram a ser calculados tendo por base o consumo real de cada uma das referências e foi estabelecido um nível de reposição por referência. Em consequência destas medidas, os níveis de reposição e os tamanhos de lote de cada um dos produtos *make-to-stock* foram completamente redimensionados.

3. Lead Times de resposta em produtos MTS demasiado elevados

Outro dos principais problemas diagnosticados está relacionado com os elevados tempos de resposta ao cliente e o desajuste do *lead time* com os prazos de entrega contratualizados.

Apesar de a estratégia de *stocks* da CIN dividir os seus produtos segundo uma lógica MTS/MTO, esta repartição não tem qualquer efeito ao nível do fluxo de produção. Na verdade, o mecanismo de planeamento, programação e produção de uma referência MTS é igual ao de qualquer referência MTO, como pode ser observado na Figura 13 do capítulo anterior.

Com vista a mitigar este problema, foi proposta a implementação de um supermercado de tinta com sistema *kanban* entre os processos de Fabrico e Enchimento para as referências *make-to-stock* de elevada rotação. Esta solução permite (i) a redução de *stock* de produto entre os dois processos, e portanto o tempo de espera da tinta; e (ii) a autogestão do processo de lançamento de ordens de fabrico (através do sistema *kanban*), libertando capacidade ao planeamento para outras tarefas e reduzindo o tempo que demora entre o lançamento da ordem e o momento da reposição.

4. Ausência de mecanismos de apoio à decisão na priorização de referências a produzir

Ao nível do Planeamento, o grupo CIN opera segundo o conceito de “capacidade infinita”: são lançadas ordens de fabrico para a fábrica em resposta a todo e qualquer pedido de cliente ou cobertura de roturas. Este *modus operandi* não tem em linha de conta qualquer restrição na capacidade produtiva instalada. Novamente, tal significa que a tarefa crítica de seleção e priorização de referências a produzir é estabelecida pelo Programador.

Por outro lado, não existem mecanismos de apoio à decisão do Programador. Este executa o plano de produção com base na sua experiência acumulada e de forma reativa às pressões do dia-a-dia ou a eventuais *inputs* de outros setores. Alterações ao plano são recorrentes e o não cumprimento dos prazos definidos para a data de entrega de encomendas é uma constante.

Foram definidos parâmetros para a priorização no processo produtivo, e estabelecida uma norma que retira a subjetividade das decisões do Programador. Foi também implementado um algoritmo para a determinação da capacidade produtiva em função do *mix* de referências a produzir.

5. Sequenciamento de referências para as linhas de enchimento automático é realizado manualmente com base na experiência do programador

O plano de enchimento é elaborado pelo programador diariamente para cada uma das linhas de enchimento automático. Estas linhas possuem um tempo de *setup* variável na mudança entre diferentes referências de tinta e que ocupa uma porção importante da capacidade da máquina. Este tempo é função de características técnicas da tinta, como a viscosidade, e de características físicas, como a cor, pelo que depende da sequência de produtos.

Antes do projeto, este sequenciamento era realizado manualmente pelo programador, com base na sua experiência acumulada. À semelhança do ponto anterior, este facto conduzia a um elevado número de alterações ao plano produtivo, com constantes paragens, e na maioria dos casos sem a satisfação de todas as ordens para o dia.

A particularidade deste problema faz com que a definição de uma sequência de produção ótima, que permita maximizar a utilização dos recursos e garantir o cumprimento do plano, seja impossível sem recurso a uma ferramenta matemática.

Nesse sentido, foi criado e implementado um algoritmo de otimização da sequência de enchimento, que contempla, de forma automática, a dependência dos tempos de *setup* em relação à posição que ocupam na sequência.

6. Falta de monitorização da evolução das roturas

Apesar do elevado número de roturas e da necessidade em melhorar o nível de serviço ao cliente, constatou-se que não estava implementado na Nave Central nenhum processo de monitorização destes indicadores.

Tendo em conta esta problemática, foi definida uma equipa dedicada à análise de indicadores e estabelecida uma rotina semanal para o acompanhamento dos motivos de roturas e definição de ações corretivas.

Este processo foi suportado pela criação de um *Dashboard* de controlo com as principais métricas relevantes no contexto das roturas.

5 Implementação de Soluções e Resultados

Neste capítulo são apresentadas as soluções implementadas de acordo com as oportunidades de melhoria levantadas no capítulo anterior. Para cada uma das soluções desenvolvidas serão expostos os principais resultados parcelares. No final do capítulo será feito um comentário aos resultados globais do projeto.

A redefinição do processo de Planeamento ocorreu em três níveis: (i) Planeamento Estratégico, com a revisão da estratégia de planeamento de produtos e o dimensionamento dos níveis de reposição de referências MTS; (ii) Planeamento Operacional, onde foi desenhado e implementado um supermercado de tinta, determinada a capacidade produtiva da unidade fabril e criado um mecanismo de prioritização de referências; (iii) Planeamento de Execução, onde foi criado um modelo para otimização da sequência de enchimento.

Foi ainda estabelecida uma rotina de acompanhamento de roturas e desenvolvido um *Dashboard* de controlo para sustentabilização de todo o processo de melhoria. O âmbito destas soluções pode ser consultado na Figura 25.



Figura 25 - Âmbito das soluções implementadas

5.1 Revisão da estratégia de planeamento de produtos

Durante o processo de mapeamento foi detetado um grave problema ao nível da estratégia de planeamento dos produtos fabricados na Nave Central.

Esta estratégia tinha por base uma classificação “ABC” dos produtos errada, que agregava todos os produtos comercializados pelas empresas do grupo CIN e não apenas as referências efetivamente produzidas nesta unidade industrial. O Planeamento trabalhava assim sobre uma base de produtos enviesada devido aos consumos de outras unidades. Adicionalmente, eram também incluídos nesta análise artigos que não correspondiam a referências de tinta (e.g. trinchas, pincéis, baldes), que agravavam esta problemática.

Existia ainda o problema da falta de revisão dos critérios MTS/MTO, que eram apenas definidos no momento do lançamento de um novo produto e não sofriam qualquer alteração posterior.

Os dados iniciais sintetizados na Tabela 2 revelavam as consequências desta política: 66% de todos os produtos fabricados na Nave Central (equivalentes a 70% do consumo) estavam definidos como *make-to-stock*, dos quais 42% estavam classificados como referências “C”.

Tabela 2 - Estratégia de planejamento de produtos inicial da CIN

	MTS	MTO ⁷
TOTAL	875 (66%)	450 (34%)
A	249 (28%)	-
B	262 (30%)	-
C	364 (42%)	-

Para redefinir esta estratégia de planejamento, foi realizada uma nova análise “ABC”, exclusiva para os artigos produzidos na Nave Central, com base nos consumos reais do ano de 2014. Na classificação das referências, foram utilizados dois critérios: o volume (em litros) total consumido e a frequência de consumo, por forma a captar com maior exatidão a dinâmica do mercado. O resultado deste exercício encontra-se sumariado na Tabela 3. A ferramenta utilizada para este processo pode ser consultada no Anexo D.

Tabela 3 - Percentagem de produtos por categoria “ABC” na Nave Central

		FREQUÊNCIA		
		A > 0,5 fabricos/mês	B 0,5 a 0,25 fabricos/mês	C < 0,25 fabricos/mês
VOLUME	A 75% do volume	16% MTS	4% MTS	0,3% MTO
	B 15% do volume	9% MTO	17% MTO	8% MTO
	C 5% do volume	0,2% MTO	5% MTO	40% MTO

Após esta análise definiu-se que apenas as referências classificadas como “AA” e “AB” seriam planeadas de acordo com uma estratégia *make-to-stock*, sendo as restantes fabricadas por encomenda. A estas referências foram adicionados alguns produtos que, apesar de não fazerem parte das categorias supracitadas, possuem grande valor estratégico para a empresa. O grupo final de referências selecionado representa 23% do número total de produtos e engloba 80% do volume global consumido para o ano 2014.

Adicionalmente, foi elaborada uma proposta de eliminação de 21% dos SKU⁸ totais (278 referências), classificados como “CC”, devido ao baixo volume e frequência de consumo.

Resultados obtidos com a solução

Como resultado desta análise, a CIN alterou o seu modelo de planejamento e gestão de *stocks*, passando a adotar a classificação anteriormente proposta. Esta mudança permitiu à empresa

⁷ As referências MTO não possuíam classificação “ABC”

⁸ *Stock Keeping Unit* (em português Unidade de Manutenção de *Stock*) representa um identificador único de um artigo.

reduzir em 11% o nível de *stock* de produto acabado, o que representa um ganho de aproximadamente €415 000 face à situação inicial.

Em relação à eliminação de produtos, esta solução apenas comporta resultados parcelares, uma vez que a empresa, por razões comerciais, não decidiu arrancar com a solução integral de forma imediata. Foram eliminadas até ao momento 92 referências (33% do total proposto), encontrando-se as restantes em processo de avaliação. Com a exclusão dos SKU restantes, espera-se obter uma redução adicional de €65 000 no valor de *stock*.

Foi ainda criado um procedimento para atualização semestral destes parâmetros. Esta ferramenta foi desenvolvida e implementada em *Excel* para fácil utilização.

5.2 Dimensionamento dos Níveis de Reposição e Tamanhos de Lote de referências MTS

Com o redimensionamento dos níveis de reposição pretende-se alinhar a estratégia de produção de cada uma das referências MTS com o nível de consumo real do mercado. Esta adaptação consistirá ainda no redimensionamento dos tamanhos de lote e consequente alteração da frequência de produções – favorecendo lotes menores e produções mais frequentes. Esta solução preconiza não só tempos de resposta mais curtos, como permite uma redução do nível de inventário.

Existem várias abordagens para o dimensionamento de níveis de reposição e tamanhos de lote, sendo a mais conhecida a *Economic Order Quantity* (EOQ) ou Quantidade Económica de Encomenda. Esta abordagem tem por pressuposto que o custo de *setup* por unidade produzida diminui à medida que o tamanho de lote aumenta, uma vez que os custos de *setup* são amortizados sobre uma quantidade maior de unidades. Reciprocamente, o custo de inventário cresce de forma proporcional ao aumento dos tamanhos de lote, uma vez que os produtos são mantidos em *stock* por um período mais alargado de tempo. A quantidade económica de encomenda é portanto determinada pelo ponto em que os custos totais de inventário e *setups* são mínimos.

Esta é uma abordagem puramente “económica”, que permite a minimização do custo unitário de produção, mas não do custo total da operação. Consequentemente, os tamanhos de lote não são dimensionados de acordo com as necessidades reais do mercado, mas sim na perspetiva de otimizar o binómio “custos de *setup*/custos de inventário”. Outro dos grandes problemas do EOQ está relacionado com o facto de não entrar em linha de conta com restrições na capacidade produtiva instalada, o que é particularmente nefasto em organizações com uma grande variabilidade de produtos e processos onde os tempos de *setup* não são triviais, como é o caso deste projeto.

Optou-se, em alternativa, pelo dimensionamento dos níveis de reposição através do conceito de *Capacity-Based Lot Sizing* (CBLS). Ao contrário do EOQ, esta é uma abordagem focada nos recursos disponíveis, na sua capacidade produtiva e na forma como essa capacidade é utilizada. Mais especificamente, esta abordagem fornece o tamanho de lote mínimo possível, de acordo com as capacidades reais dos recursos produtivos e com o consumo efetivo do cliente. Garante-se assim o alinhamento com o mercado, a redução dos custos de inventário e a redução dos custos totais de operação.

Dimensionamento dos tamanhos de lote

O processo que aqui se apresenta foi aplicado para cada um dos recursos produtivos presentes na Nave Central, nomeadamente as três máquinas de enchimento automático, as duas máquinas semiautomáticas e os quatro enchedores manuais. Por se tratar de um processo comum, será abordado de forma genérica, apresentando-se exemplos concretos para a linha de enchimento ME36 quando necessário.

O primeiro passo para o cálculo dos tamanhos de lote das referências MTS passa pela determinação da capacidade diária disponível para produção de cada um dos recursos. Esta capacidade pode ser dividida nas componentes ilustradas na Figura 26.

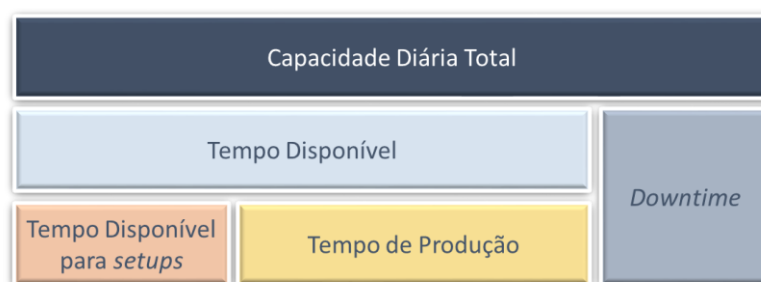


Figura 26 - Componentes da capacidade produtiva de um recurso

Para efeitos de cálculo do tamanho de lote deve ser apenas considerada a porção de tempo efetivamente disponível para produção, aqui representada pela barra de “Tempo Disponível”. Este tempo é calculado subtraindo à “Capacidade Diária Total” o tempo despendido em paragens provocadas por avarias, reparações ou outros problemas (“Downtime”), ou ainda pelo produto entre a “Capacidade Diária Total” e a eficiência do recurso (medida pelo seu OEE⁹). Por exemplo, a ME36 funciona num turno de 8 horas, e possui um OEE de 87%, o que se traduz num tempo disponível para produção de sensivelmente 7 horas. Adicionalmente, foi ainda reservada capacidade para o processamento de referências *make-to-order* (acordada em 30% da capacidade total), pelo que este valor se fixa em 4,9 horas.

Paralelamente, procedeu-se à alocação de cada uma das referências a um recurso produtivo específico. Os equipamentos automáticos e semiautomáticos foram dedicados a famílias específicas de produtos, com base na semelhança entre as suas características físico-químicas, por forma a minimizar os tempos de *setup* entre produções; foi ainda definido o conjunto de produtos de elevado volume (acima de 5 litros) cujo enchimento é realizado manualmente pelos operadores.

Com base nesta distribuição produto-máquina, foram calculadas as cadências médias reais de produção de cada produto. Esta cadência depende de vários fatores (e.g. tamanho da embalagem, viscosidade da tinta, máquina onde é processada) pelo que o valor específico para cada referência foi obtido segundo registos das produções dos últimos 6 meses.

Seguidamente, foi determinado o consumo diário de cada produto, com base no consumo real do ano de 2014 e no número efetivo de turnos de cada equipamento. Este valor foi multiplicado pela cadência de produção previamente calculada, resultando no tempo de produção diário

⁹ *Overall Equipment Effectiveness*. Métrica que indica a percentagem de tempo verdadeiramente produtiva de um recurso, por comparação com o seu tempo planeado de produção.

necessário para a satisfação do consumo. Na Tabela 4 apresenta-se este processo para algumas referências da linha de enchimento automático ME36.

Tabela 4 - Tempo de produção diário necessário para referências da linha ME36

Referência	Consumo em 2014 (litros)	Consumo Diário* (litros)	Cadência (litros/hora)	Tempo de Produção Diário Necessário
48251-0505.B3	14.013 l	57,4 l	290 l/h	0,20 h
48251-0505.04	31.307 l	128,3 l	680 l/h	0,19 h
48251-0501.04	26.618 l	109,1 l	680 l/h	0,16 h
...
TOTAL				2,6 h

*Nota: o consumo diário para esta linha foi calculado com base em 244 turnos de produção

A soma de todos os tempos individuais de produção permitiu determinar a capacidade total diária do recurso necessária para a produção de todas as suas referências (“Tempo de Produção”). Subtraindo este valor ao tempo disponível previamente calculado obtém-se o tempo livre para *setups* entre produções, tal como ilustrado na Figura 26. No caso da ME36, a produção de todas as suas 62 referências requeria 2,6 horas por dia, sobrando 2,3 horas para mudança de referências.

Considerando um tempo médio de *setup* de 27 minutos para este recurso, é então possível determinar o número de *setups* diários permitidos com base na capacidade instalada: 5,2 *setups* por dia. Isto significa que a produção de cada referência ocorrerá, em média, de 12 em 12 dias (62 referências/5,2 produções por dia). Este valor é designado por *Every Part Every Interval*¹⁰ (EPEI).

Neste momento, foi tomada a decisão de como dividir os 5,2 *setups* pelas referências processadas neste recurso. A opção recaiu pela divisão dos produtos em três categorias (à semelhança de uma análise “ABC”), de acordo com os consumos registados no ano de 2014, sendo o número de *setups* distribuídos de acordo com a percentagem de tempos de produção de cada um dos grupos. Na Tabela 5 apresentam-se os resultados deste exercício.

Tabela 5 - Cálculo dos EPEI por grupo para a ME36

Categoria de referências	Nº de referências	% Tempo produção	Nº Setups Disponíveis/dia	EPEI
Grupo I (70% do consumo)	12	56%	2,9	4,2 dias
Grupo II (25% do consumo)	26	36%	1,9	14,0 dias
Grupo III (5% do consumo)	24	8%	0,4	55,4 dias
TOTAL	62	100%	5,2	Média = 12 dias

¹⁰ Representa a frequência com que diferentes referências são produzidas.

Esta distribuição resulta num EPEI específico para cada grupo de produtos, garantindo um melhor ajuste face ao seu patamar de consumo, e consequentemente um melhor ajuste dos tamanhos de lote de cada uma das referências e do seu nível de *stock*.

O tamanho de lote para cada um dos produtos deverá satisfazer o seu consumo no intervalo de tempo indicado pelo EPEI do seu grupo, tendo sido calculados com base na expressão

$$\text{Tamanho de Lote} = \text{Consumo diário} \times \text{EPEI} \quad (5.1)$$

Dimensionamento dos níveis de reposição

O nível de reposição de cada uma das referências MTS deve equivaler ao seu consumo no período de reposição. Sendo o consumo conhecido, o dimensionamento deste parâmetro passa por uma correta definição do *lead time* do processo de reposição. Este *lead time* é composto por várias parcelas, como apresentado na Figura 27.



Figura 27 - Componentes do *lead time* de reposição

A primeira parcela diz respeito ao tempo necessário para a produção da referência. Este valor foi calculado individualmente para cada um dos produtos com base no seu histórico de fabricos. A parcela seguinte, *lead time* de espera, contempla a situação em que a produção de uma referência está em espera pelo término da produção anterior. O valor desta componente foi calculado tendo em vista o pior cenário possível, onde a produção em curso corresponde à referência com maior tempo de processamento.

A terceira parcela corresponde ao tempo decorrido entre o momento em que o nível de reposição é alcançado e o momento em que esta informação é efetivamente lançada para a fábrica através de uma ordem de produção. Uma vez que a programação da produção é feita diariamente na CIN, este *lead time* será de um dia, na pior das hipóteses. Finalmente, é necessário considerar o *lead time* de transporte das referências desde a conclusão do seu processamento até à entrega no cliente. A Nave Central possui duas janelas de expedição de produtos por dia, pelo que este *lead time* será no máximo 0,5 dias. A Tabela 6 resume o exercício anteriormente descrito.

Tabela 6 - Decomposição do *lead time* de reposição

<i>Lead Time</i> Fabrico	<i>Lead Time</i> Espera	<i>Lead Time</i> Informação	<i>Lead Time</i> Transporte
Variável de acordo com a referência	Tempo de processamento da maior referência	1 dia	0,5 dias

Adicionalmente, foi calculado um *stock* de segurança para garantir a fiabilidade do abastecimento, tendo em conta a variabilidade não só do consumo, mas do próprio processo de reposição. Este *stock* foi calculado com base no desvio entre o consumo médio máximo e o consumo médio para cada uma das referências, num período de 3 meses (ver Figura 28).

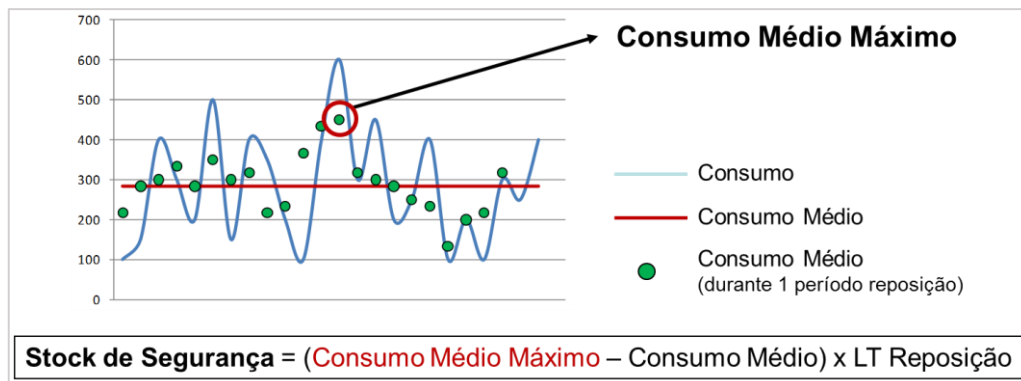


Figura 28 - Cálculo do *stock* de segurança

Resultados obtidos com a solução

Uma vez que o período de verão é crítico para a empresa e uma alteração desta magnitude requer um longo período de implementação e reestruturação interna, foi tomada a decisão por parte da Direção de avançar de forma progressiva com esta solução. Desta forma, não existem ainda dados concretos em volume suficiente que permitam sustentar o seu impacto direto em termos do nível de serviço.

No entanto, no final da sua implementação, o processo de redimensionamento dos níveis de reposição e tamanhos de lote permitirá o ajuste destes parâmetros com a procura real do mercado e a realidade produtiva da fábrica. Ao contrário do que sucedia anteriormente, estes parâmetros passam a ser calculados individualmente para cada referência, e com base nas restrições ao nível da capacidade produtiva instalada. Esta alteração diminui em larga escala o potencial de rotura com base em previsões desajustadas e a necessidade em constituir *stock* para combater este risco.

A definição dos tamanhos de lote segundo o conceito de EPEI permitirá ainda o alinhamento da frequência de rotação dos produtos com a sua tipologia de consumo: as referências de maior consumo serão processadas segundo lotes mais pequenos e frequentes, o que garante não só um nível de rotação superior, como também contribuiu para uma diminuição do seu inventário.

5.3 Desenho e implementação de um Supermercado de tinta

Um dos problemas identificados durante o processo de mapeamento do Planeamento está relacionado com os elevados tempos de resposta ao cliente nos produtos *make-to-stock* e o seu desajuste face aos prazos de entrega contratualizados. Este problema advém do facto de estes produtos seguirem o mesmo modelo de Planeamento e o mesmo fluxo produtivo que qualquer produto *make-to-order*.

A solução para este problema passou pelo desenho e implementação de um novo modelo de Planeamento Misto na empresa (Figura 29).

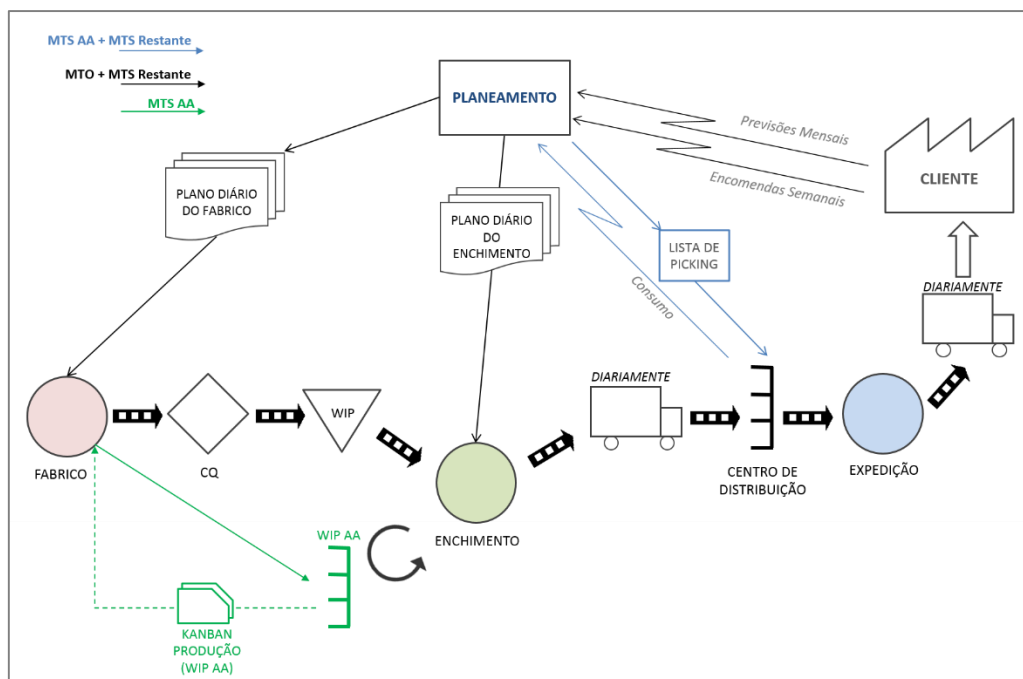


Figura 29 - Value Stream Mapping do novo modelo de Planeamento Misto

Na base deste modelo está a criação de um caminho alternativo para as referências *make-to-stock* de elevada rotação, com a implementação de um supermercado de tinta entre os processos de Fabrico e Enchimento (a área dedicada para o efeito por ser consultada no Anexo E). O fabrico destas referências passa a ser gerido através da reposição automática sinalizada por um sistema *kanban*, não existindo intervenção direta do Planeamento no lançamento de produção. Os restantes produtos continuarão a funcionar segundo o modelo de Planeamento inicial.

A implementação do supermercado permite tornar independente o processo de Enchimento em relação ao Fabrico de tinta: este sistema garante que existe sempre tinta disponível para enchimento armazenada nos tanques, pelo que o enchimento não tem de aguardar pelo fabrico de referências. O *lead time* de resposta passará a ser equivalente apenas ao *lead time* do Enchimento, reduzindo o *lead time* total de resposta ao cliente.

O processo de alteração ao modelo de Planeamento passou pelas etapas apresentadas na Figura 30.

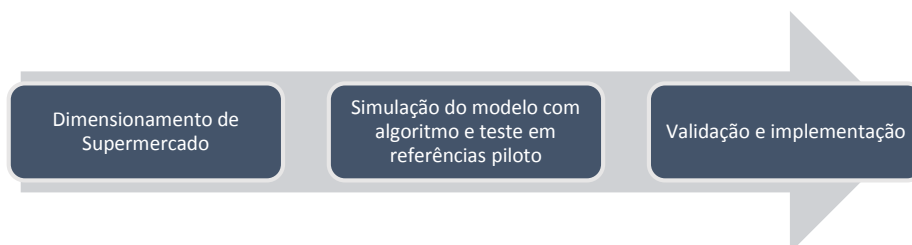


Figura 30 - Etapas do processo de alteração do modelo de Planeamento

Dimensionamento do Supermercado

O primeiro passo no dimensionamento do supermercado de tinta passou pela definição de quais as referências a incluir neste sistema. Com base no consumo real de todas as referências de tinta nos últimos 6 meses, foi elaborada uma análise “ABC” em termos de unidades vendidas e litros consumidos (ver Anexo F). Do cruzamento destes dois critérios resultaram 75 (13%) referências de elevada rotação categorizadas como “AA”¹¹, responsáveis por 71% do consumo em termos de unidades e 44% em termos de litros. Estas referências foram consideradas no dimensionamento do supermercado.

Devido a restrições no número de tanques disponíveis para acomodar as tintas de supermercado (apenas 37 tanques livres), houve necessidade de triar o grupo de referências previamente selecionadas. Nesta triagem foram escolhidas preferencialmente referências com um elevado número de produtos finais (multimarcas e com vários SKU), garantindo assim uma maior cobertura de mercado. Na Figura 31 ilustra-se parte deste processo. A tabela final pode ser consultada no Anexo G.

Consumo 6 meses										
Nº	WIP	Unidades	Litros	Litros/Mês	Tipo Tanque	ID	Capacidade Tanque (Litros)	Nº Marcas	Nº SKU	Manter?
1	12220 0509	27890	55683	9 280	1	TF-186	6000	4	14	SIM
2	12230 0509	24980	78483	13 081	1	TF-182	6000	3	18	SIM
3	48251 0505	22242	33112	5 519	1	TF-190	6000	4	8	SIM
4	38200 0505	16223	20647	3 441	1	TF-127	2500	3	6	SIM
5	42860 7000	15597	25624	4 271	1	TF-188	6000	1	3	NÃO
6	48261 0501	14066	21937	3 656	1	TF-168 e TF-169 (COL	2500	4	14	SIM
7	12220 0505	13727	17968	2 995	1	TF-178 e TF-180	2500	3	7	SIM
8	48251 0501	13397	13987	2 331	1	TF-135 e TF127 (COLC	2500	4	11	SIM
9	12900 0508	12885	12543	2 091	1	TF-180	2500	1	2	NÃO
10	38200 0501	11898	13941	2 324	1	TF-167 (COLORMIX)	2500	3	7	SIM
11	48261 0505	11118	16252	2 709	1	TF-185	2500	2	6	SIM

Figura 31 - Processo de triagem de referências para supermercado

Para cada uma destas referências foi determinado o *lead time* de fabrico. Este valor é composto por três parcelas: (i) *lead time* de programação, que representa o tempo que decorre entre a programação da referência e o momento em que se inicia a sua produção; (ii) *lead time* do processo, que mede o tempo efetivamente necessário para a produção da referência; e (iii) *lead time* de controlo de qualidade, que indica o tempo médio empregue na inspeção ao produto.

Com base nestes valores e no consumo diário do período considerado, foi calculado o nível de reposição de cada referência através da expressão (5.2).

$$\text{Nível de Reposição} = \text{Consumo Diário} \times \text{Lead Time de Fabrico} \quad (5.2)$$

De acordo com as normas de fabrico da CIN, existe um limite mínimo para a quantidade de produto armazenado em tanques. Este valor é denominado “nível mínimo de homogeneização” e garante a integridade das propriedades físico-químicas da referência dentro do tanque. Devido

¹¹ Referências classificadas como “A” em termos de quantidade de litros consumida e “A” em termos de número de unidades vendidas.

a esta restrição, o nível de reposição anteriormente calculado foi revisto e aumentado nos casos em que o valor inicial se encontrava abaixo do nível mínimo de homogeneização.

A este valor foi adicionado um *stock* de segurança que permitisse absorver variações no *lead time* total de fabrico. O método utilizado no cálculo do *stock* de segurança foi proposto por Guedes (2006) e é descrito por

$$SS(PR) = k\sqrt{var(d) \times PR} \quad (5.3)$$

onde *SS* representa o *stock* de segurança, *PR* representa o período entre atualizações dos níveis de reposição (no caso, 6 meses), *k* define o parâmetro de segurança considerado (no caso 1,5), e *var(d)* representa a variância do *lead time* de fabrico no período. No Anexo H apresenta-se a tabela relativa a todo o dimensionamento dos níveis de reposição e *stocks* de segurança.

Os tamanhos de lote foram calculados de forma a garantir uma frequência de rotação de tinta de 3 semanas para cada uma das referências. Este valor foi definido no sentido de balancear a capacidade do Fabrico (em relação ao número e duração de *setups*) com o período ótimo de permanência das tintas nos tanques de armazenamento.

Simulação do modelo e teste em referências piloto

Após o dimensionamento do supermercado, foram testadas 5 referências-piloto para análise do comportamento do modelo proposto, durante 5 semanas. Nesta análise foram cruzados os dados dos índices de cobertura reais para os produtos considerados com os índices de cobertura teóricos simulados pelo modelo. Na Figura 32 apresenta-se o resultado deste exercício para uma das referências-piloto.

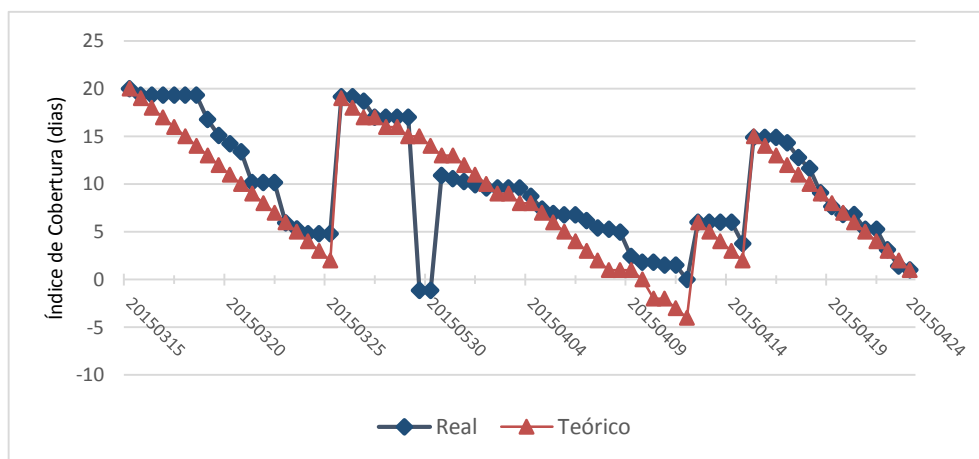


Figura 32 - Simulação do modelo de supermercado para a referência “34350-0501.04”

Com base nas variações em relação aos dois índices, e tendo por base a percentagem de roturas observada no período em análise, procedeu-se ao refinamento dos parâmetros do modelo, com a introdução de um coeficiente de ajuste.

Validação e implementação

Comprovado o sucesso do modelo, foi iniciado o processo de *rollout* para a implementação das restantes 32 referências. Paralelamente a este processo, foi desenvolvido um sistema de *kanban* informático (denominado *e-kanban*) para autogestão do lançamento de ordens de fabrico, sem intervenção do Planeamento. O *standard* criado para este sistema pode ser consultado no Anexo I.

Resultados obtidos com a solução

A implementação deste novo modelo de Planeamento Misto, com recurso ao supermercado de tinta, permitiu ganhos muito significativos em termos do valor de *stock*, *lead times* de resposta e nível de roturas para os produtos considerados. Estes resultados encontram-se condensados na Tabela 7.

Tabela 7 - Resultados obtidos com a implementação do supermercado de tinta

	Antes	Depois	Diferença
Valor médio de Stock	€147 884,00	€93 460,00	-37%
Lead Time médio	10,4 dias	4,2 dias	-60%
% média de produtos em rotura	12%	5%	-58%

O valor de inventário dos produtos de supermercado reduziu em 37%, traduzindo-se num ganho de mais de €54 000. A eliminação do *lead time* de fabrico permitiu ainda uma redução do *lead time* global do processo de 10,4 pra 4,2 dias, enquanto que a percentagem média de roturas destes produtos reduziu em 58%, por comparação com o período homólogo de 2014. Na Figura 33 representa-se a evolução da percentagem de produtos em rotura. Destaca-se o comportamento bastante positivo do modelo, que nas últimas quatro semanas apresentou um valor médio de apenas 1,9% de produtos em rotura.

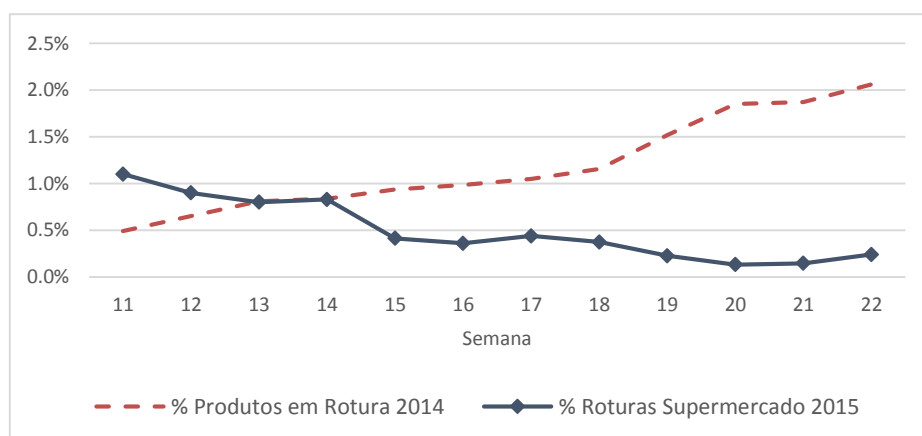


Figura 33 - Evolução da percentagem de produtos de supermercado em rotura

5.4 Determinação da Capacidade Produtiva e Prioritização de referências

Como diagnosticado na capítulo anterior, o Programador era o grande *pivot* do planeamento da Produção, sendo o único responsável pela seleção de referências a produzir e pela definição do plano produtivo. Apesar da enorme importância deste processo, não existiam à sua disposição mecanismos de apoio à decisão que lhe permitissem elaborar de forma eficaz este plano.

A resolução deste problema passou pela elaboração de uma norma de prioritização de referências. A norma foi criada por consenso entre todos os elementos do grupo de trabalho, tendo por base a experiência dos intervenientes e mediante um conjunto de critérios objetivos, nomeadamente: classificação “ABC” dos produtos, importância comercial do produto, número de linhas de encomenda em rotura, dias de rotura e índices de cobertura. Para além destes critérios, a norma prevê a produção de referências especiais, como as destinadas a supermercado ou encomendas de cliente. Esta norma pode ser consultada no Anexo J.

Em termos práticos e simples, esta norma define claramente que produto produzir primeiro, retirando espaço para a subjetividade e garantindo um melhor suporte ao trabalho difícil do Programador. Por exemplo, desambigua a escolha entre a produção de uma referência “A” com 5 dias de rotura e uma referência “C” com 20 dias em rotura.

Adicionalmente, foi criado um algoritmo, desenvolvido e implementado em *Excel*, para avaliação da capacidade produtiva. Este ficheiro calcula este valor em função do *mix* de referências a produzir e dos recursos disponíveis. No Anexo K apresenta-se um exemplo de um *output* deste ficheiro.

A definição da prioritização de referências – norma - está condicionada à capacidade produtiva – algoritmo. Da interação destas duas ferramentas, o programador define as referências a produzir.

Resultados obtidos com a solução

O programador dispõe agora de um conjunto de ferramentas que lhe permitem uma abordagem racional e objetiva à tarefa de elaboração do plano de produção. Esta solução, que numa base diária melhora a eficácia do processo de Produção da empresa, terá uma influência enorme a médio-prazo, e representa uma alteração grande na gestão da empresa, que deixou de trabalhar segundo a filosofia de “capacidade infinita”.

5.5 Otimização da sequência de enchimento

Para alterar o procedimento de sequenciamento de enchimento na empresa, foi desenvolvido um modelo de otimização, posteriormente implementado informaticamente. Com este modelo pretende-se minimizar os tempos de *setup* entre referências, sendo estes dependentes da própria sequência produtiva.

As operações de *setup* podem ser divididas nas categorias representadas na Figura 34.

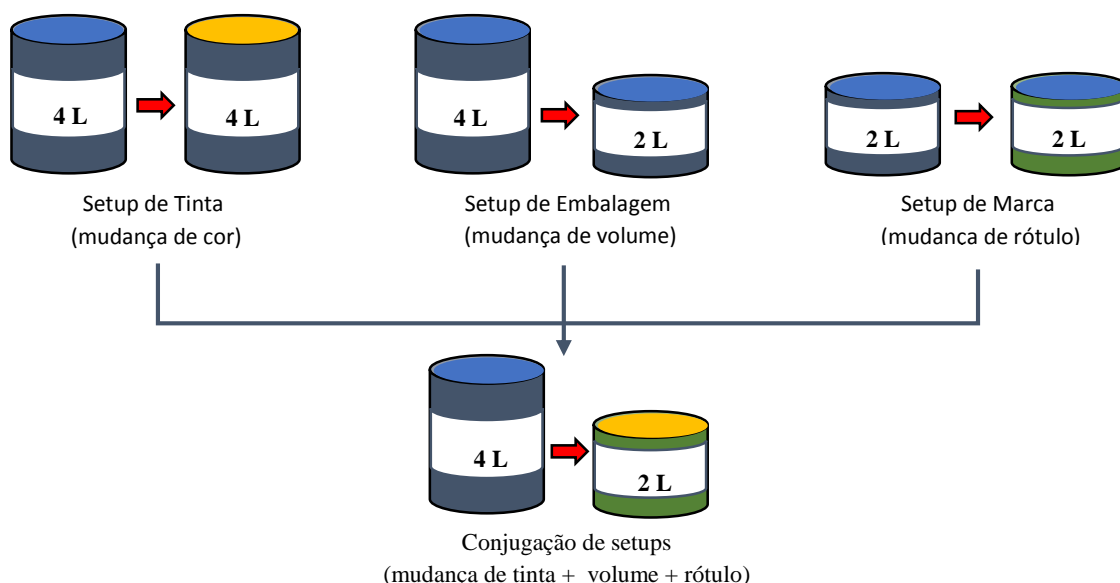


Figura 34 - Tipos de *setup* nas linhas de enchimento automático

- *Setup de Tinta:* quando existe a necessidade de passar de uma tinta para outra. Este tipo de *setup* é o mais crítico, por ser o que consome mais tempo e por poder causar grandes perdas de qualidade no enchimento. O tempo de *setup* depende da referência a ser produzida atualmente e da referência seguinte: por exemplo, se determinada máquina estiver a encher a tinta “Preta ABC” e precisar de encher a tinta “Branca XYZ”, deve ser feita uma lavagem cuidada do tanque de tinta para que não haja contaminação da futura referência branca; no caso contrário, a lavagem demorará menos tempo, uma vez que a referência preta não corre o risco de ser contaminada;
- *Setup de Embalagem:* quando é necessário alterar o tamanho da embalagem a encher, o que implica subir/descer a máquina e ajustar guias laterais, apesar de o conteúdo de tinta ser o mesmo. Por exemplo, passar de uma embalagem de 4 litros “Branco XYZ” para uma embalagem de 2 litros “Branco XYZ”. Este *setup* tem um tempo padrão de 12,5 minutos;
- *Setup de Marca:* quando é necessário mudar para uma embalagem com um rótulo diferente por se tratar de outra marca (apesar de o conteúdo de tinta e o tamanho de embalagem serem iguais). Por exemplo, passar de uma embalagem de 4 litros de tinta “Branco XYZ” da marca CIN para uma embalagem de 4 litros da mesma tinta mas para a marca Sotinco. Este *setup* tem um tempo máximo de 9 minutos.

Em termos reais, qualquer combinação destes tipos de *setup* pode ocorrer. Estes tempos de *setup* são ainda variáveis de acordo com a sequência de referências produzida, o que aumenta o grau de complexidade do problema.

Formulação

Nesta formulação, definiu-se um conjunto $N = \{1, 2, \dots, n\}$ de n referências disponíveis para enchimento numa linha; os índices i e j denotam essas mesmas referências. O modelo desenvolvido assume que apenas se pode encher uma referência de cada vez, e que o enchimento de uma determinada referência não pode ser interrompido (isto é, o início de um novo enchimento apenas pode começar após o enchimento da totalidade da referência anterior).

O modelo de otimização proposto é definido por:

$$\min \sum C_i$$

sujeito a:

$$C_i \geq t_i \quad (5.4)$$

$$C_i - C_j + k * (x_{ij}) \geq s_{ji} + t_i \quad (5.5)$$

$$C_i - C_j + k * (1 - x_{ij}) \geq s_{ij} + t_j \quad (5.6)$$

$$C_i \leq T \quad (5.7)$$

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{se ocorre setup entre } i \text{ e } j \\ 0, & \text{caso contrário} \end{cases} \quad (5.8)$$

onde,

t_i	tempo de enchimento da referência i
s_{ij}	tempo de <i>setup</i> quando a referência j sucede à referência i
C_i	tempo de conclusão da referência i
T	tempo disponível para enchimento
k	constante arbitrária (de valor elevado)

Trata-se dum problema de Programação Inteira Mista. A restrição (5.4) especifica que o tempo de conclusão da referência i é necessariamente maior ou igual ao seu tempo de enchimento. As restrições (5.5) e (5.6) garantem que não são processadas duas referências em simultâneo. A restrição (5.7) limita o tempo de conclusão de cada uma das referências ao tempo máximo disponível para enchimento. A restrição (5.8) identifica o valor da variável binária x_{ij} .

O modelo foi implementado num ficheiro *Excel* com base nas capacidades do suplemento *solver*. Para alimentar o algoritmo foram definidas rotinas automáticas de ligação com o sistema central da empresa. Os principais *inputs* desta ferramenta são (i) tempo de enchimento de cada uma das referências em função do nº de litros e tamanho de embalagem; (ii) tempo máximo de funcionamento da linha de enchimento; (iii) matriz assimétrica com tempos de *setup* entre cada uma das referências; e (iv) última produção do dia anterior. No Anexo L ilustra-se, com recurso a um fluxograma, a interligação destas duas componentes.

O algoritmo foi testado em duas máquinas piloto, para validação da sua eficiência. Na avaliação do desempenho, foram consideradas duas variáveis: o tempo despendido pelo Programador com o processo de sequenciamento e a percentagem de alterações ao plano provocadas por um sequenciamento deficiente.

No Anexo M ilustra-se um exemplo real do *output* deste algoritmo.

Resultados obtidos com a solução

Previamente à utilização deste algoritmo, o responsável pela programação demorava uma média de 20 minutos na definição da sequência de enchimento. Cada vez que ocorria uma alteração ao plano, este processo era repetido. Após implementação do modelo, este tempo baixou para 40 segundos, representando uma melhoria imediata de 97%.

Na Figura 35 apresenta-se a evolução da percentagem de alterações ao plano provocadas por uma definição errada da sequência de enchimento.

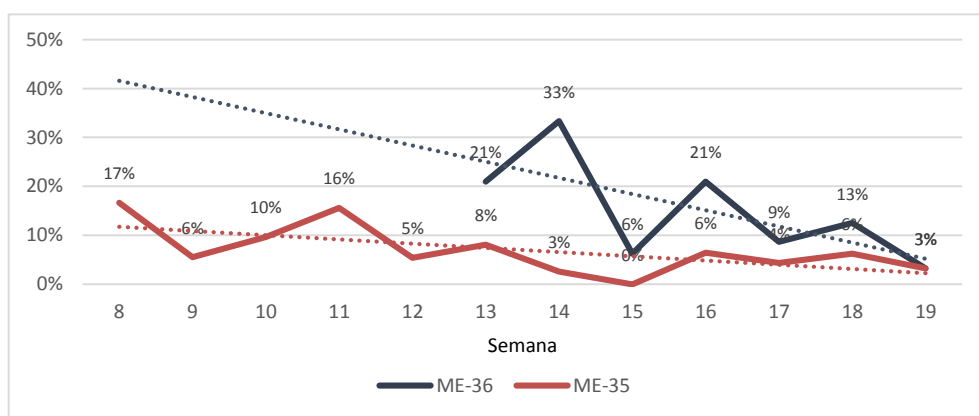


Figura 35 - Evolução da percentagem de alterações ao plano provocadas por sequenciamento deficiente

Como se pode constatar, em ambas as linhas piloto os resultados obtidos foram bastante promissores. Desde o início do teste, foi obtida uma redução média de 85% no caso da linha ME36 e 81% no caso da ME35.

5.6 Criação de rotina de acompanhamento de roturas

Tendo em conta a inexistência de mecanismos de controlo e avaliação da evolução do nível de roturas, foi constituída uma equipa interna formada por elementos da CIN e do *Kaizen Institute*, focada na resolução deste problema. Esta equipa de trabalho tem também como missão sustentar todas as ações de melhoria desenvolvidas no âmbito da redefinição do Planeamento.

Foi identificada como principal prioridade a criação de uma base de dados que agregasse toda a informação disponível e de uma interface gráfica, simples e flexível, e que servisse de apoio a uma dinâmica de melhoria.

Este processo foi iniciado com a definição dos parâmetros essenciais que influenciam o aparecimento de roturas e posterior idealização da melhor forma para a sua visualização. Os dados necessários foram recolhidos e tratados, estruturados em base de dados, e sobre eles criadas funções (rotinas) para consulta, atualização e cálculo de informação relevante. Este esforço culminou na criação do *Dashboard de Roturas* que se apresenta no Anexo N.

Foi estabelecida uma rotina semanal de análise da informação presente no *Dashboard* (Figura 36). Nesta reunião são analisados os resultados da semana em análise, em comparação com os objetivos estabelecidos, e atualizado o estado das ações corretivas lançadas na semana anterior.



Figura 36 - Reunião semanal de acompanhamento de roturas: análise do *Dashboard*

As roturas mais críticas são analisadas em detalhe, iniciando-se um processo de identificação das causas-raíz para o seu aparecimento. Devido à enorme diversidade de ruturas, e com vista a manter o foco nos problemas verdadeiramente importantes, este processo foi limitado ao *top-5* de produtos em rotura, salvo situações excecionais.

Em função dos problemas identificados, são estabelecidas ações de melhoria e é atualizado o plano de ações criado para o efeito. Este plano indica não só o estado de cada uma das ações, como também o responsável pela sua implementação. Com o intuito de evitar o atraso no desenvolvimento das oportunidades de melhoria, típico neste tipo de projetos, foi criado um código de cores semanal, que sinaliza o prolongar excessivo das ações.

Resultados obtidos com a solução

Desta solução resultaram várias ações de melhoria no combate às roturas. Destacam-se:

- Criação de um sistema de tanque duplo no supermercado de tinta para a referência com maior consumo, e que apresentava ruturas constantes. Esta ação permitiu a eliminação imediata das roturas deste produto;
- Alargamento do período de funcionamento da equipa de Controlo de Qualidade, desdobrando o turno existente em dois, para contrariar a concentração de referências aprovadas no final do dia. Esta decisão permitiu o nivelamento da carga da secção de enchimento.

Com a criação destes mecanismos de controlo e suporte à tomada de decisões, foram fortemente melhorados os níveis de comunicação, organização e capacidade de gestão de problemas relacionados com as roturas.

O estabelecimento da rotina de acompanhamento semanal permitiu incutir na equipa uma cultura de melhoria contínua e dotar todos os colaboradores de competências que lhes permitem desenvolver autonomamente ações de melhoria.

5.7 Resultados

Nesta secção apresentam-se os principais resultados globais conseguidos com o conjunto das soluções implementadas.

O indicador contratualizado diz respeito ao número de linhas de encomenda em rotura. Na Figura 37 ilustra-se o perfil deste indicador ao longo das 26 primeiras semanas de 2015.

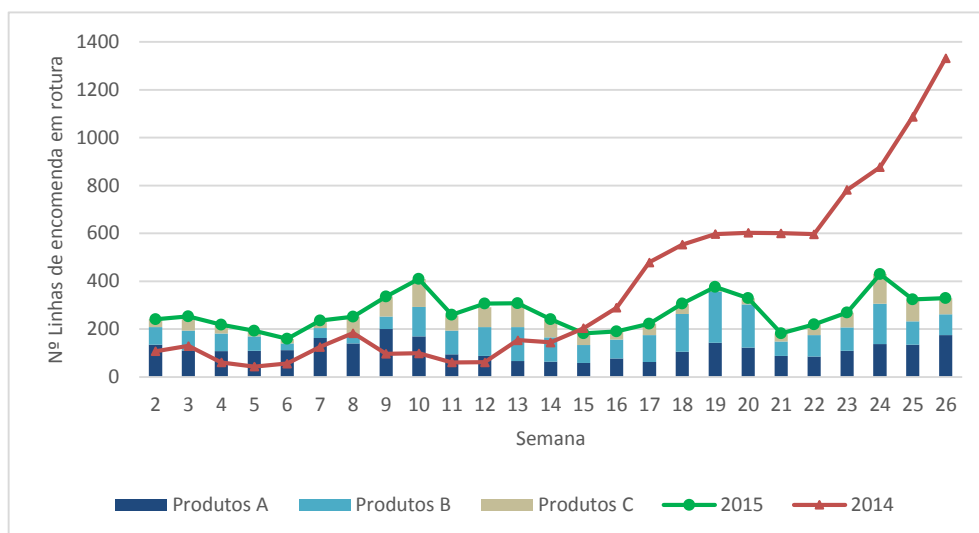


Figura 37 - Evolução do número de linhas de encomenda em rotura

O projeto teve início no final do mês de Fevereiro (semana 8) e o conjunto de soluções descritas anteriormente começou a ser implementado de forma gradual a partir da semana 12.

É notório que a partir da semana 15, fruto do projeto, o indicador sofreu uma redução muito significativa em relação ao mesmo período do ano anterior, na época do ano onde as solicitações à Produção são maiores. Verifica-se uma estabilização no número de linhas de encomenda em rotura, no intervalo entre 200 e 400, em contraste com o crescimento quase exponencial de 2014. Esta melhoria consubstancia-se numa redução em 68% do indicador ao fim das primeiras 26 semanas.

Sendo que o contrato estabelece como objetivo a redução deste indicador em 50%, e atendendo à dificuldade do projeto, este valor é excelente.

Para além desta redução, observou-se também uma alteração positiva no que respeita ao perfil de produtos em rotura. A Tabela 8 concretiza em números a redução referida, de acordo com a classificação “ABC”.

Tabela 8 - Comparação dos perfis de produtos em rotura para os anos de 2014 e 2015

	2014	2015	Diferença
% Linhas em Rotura A	62%	38%	-40%
% Linhas em Rotura B	33%	40%	+21%
% Linhas em Rotura C	5%	22%	+340%

A percentagem de roturas de produtos “A”, com maior valor para a empresa, sofreu uma queda acentuada, nomeadamente a partir da semana 12. Como consequência desta redução, verificou-se um aumento da percentagem dos restantes produtos, como decorre da estratégia estabelecida.

O *lead time* de resposta ao cliente sofreu também uma evolução positiva, apesar de não constituir um indicador direto do projeto (ver Figura 38).

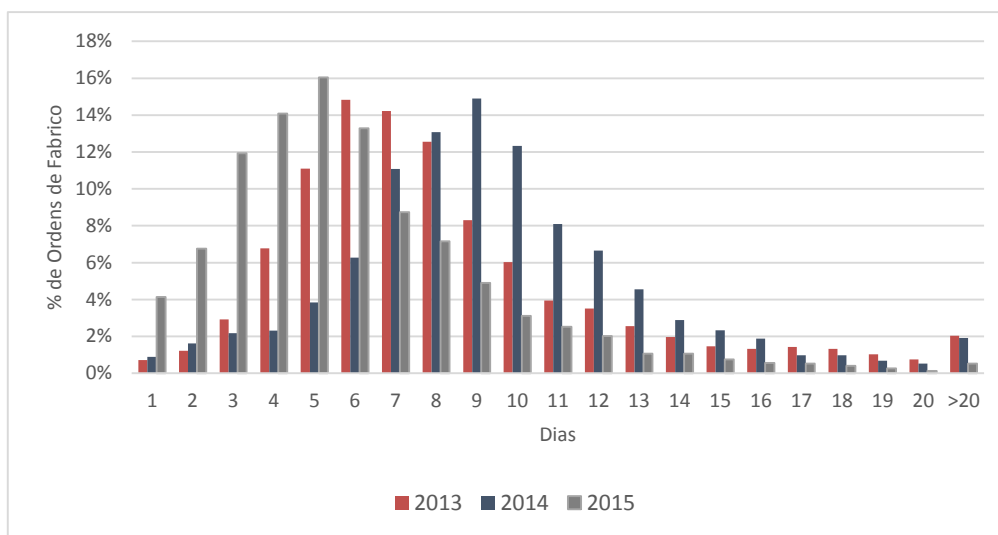


Figura 38 - Evolução do *lead time* da Nave Central

O *lead time* no ano de 2015 centra-se (nas 26 primeiras semanas) num valor médio de 6,0 dias, com um valor mediano de 5 dias, enquanto que em 2014 este indicador era de 10,4 dias, com um valor mediano de 9 dias. O ano de 2014, recorde-se, apresentou valores piores que o ano de 2013, pelo que os resultados agora conseguidos podem resultar numa inversão de tendência. Também em relação a 2013 o *lead time* reduziu de forma marcada.

Os resultados são tanto mais relevantes dado que a produção de 2015 está a ser superior à dos anos anteriores.

Um indicador muito significativo do nível de serviço da empresa mensura o *lead time* médio da Nave Central necessário para a satisfação de uma percentagem predeterminada de encomendas. Recorde-se que a CIN tem o compromisso de entregar todas as suas encomendas e de repor os produtos em rotura num prazo máximo de 7 dias.

Em 2013 e 2014 a CIN não cumpriu com este compromisso em 50% e 70% dos casos, respetivamente. Atualmente, após a redefinição de todo o processo de Planeamento, a CIN garante o cumprimento em 75% das encomendas. De referir ainda que, num horizonte temporal de 10 dias, a CIN garante 90% dos pedidos (Figura 39).

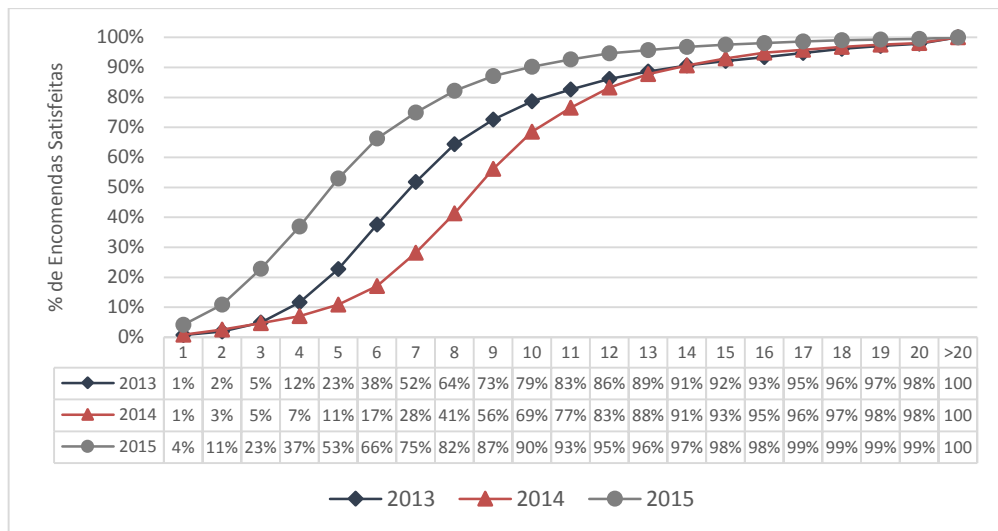


Figura 39 – Evolução das curvas de resposta ao cliente

6 Conclusões e perspetivas de trabalho futuro

O trabalho desenvolvido consistiu na melhoria do nível de serviço da Corporação Industrial do Norte, através da aplicação de um conjunto de ferramentas assentes nas metodologias *Kaizen/Lean*. O desafio deste projeto passou pela redefinição do processo de Planeamento desta organização, na unidade industrial em análise. Tratando-se de uma empresa de referência, líder ibérica, e com crescente influência nos mercados globais, este desafio foi exigente e complexo.

O principal objetivo do projeto remetia para a redução, ambiciosa, de 50% do número de linhas de encomenda em rotura, em relação ao período homólogo de 2014.

Para uma melhor e mais clara perceção dos efeitos do trabalho no nível de serviço, foram associadas métricas adicionais a este indicador. O indicador contratualizado foi desagregado por categoria “ABC” do nível de roturas. Esta desagregação facultou uma análise mais rica, pois permite focar nos produtos de maior valor acrescentado da empresa.

Adicionalmente, foi monitorizada a evolução do *lead time* na entrega de encomendas e também o *lead time* médio necessário para a satisfação de uma percentagem predeterminada de encomendas.

Estas métricas, aplicadas aos dados da empresa, revelaram uma situação em que o tempo de resposta ao cliente se prolongava por mais de 10 dias, que se refletia no incumprimento dos prazos de entrega de encomendas em 72% dos casos (a CIN tem um compromisso de entrega de 7 dias).

Por outro lado, o nível de linhas de encomenda em rotura apresentou valores preocupantes, com especial destaque para a predominância de produtos classificados como “A” (62%).

Com base na análise e caracterização da situação inicial do modelo de Planeamento, foram detetadas várias oportunidades de melhoria nas dimensões estratégica, operacional e de execução deste processo. Destacam-se, pela sua importância, a revisão da estratégia de planeamento de produtos, o redimensionamento dos níveis de reposição e tamanhos de lote dos produtos *make-to-stock*, o desenho e implementação de um supermercado de tinta para referências de elevada rotação, a determinação da capacidade produtiva da fábrica e a criação de mecanismos de priorização de referências, e a otimização do sequenciamento do plano de enchimento. Estas soluções foram complementadas com a definição de uma rotina de acompanhamento e controlo do nível de roturas e a criação de um *Dahsboard* de monitorização.

Estas contribuições permitiram alcançar os seguintes resultados:

- Revisão da estratégia de planeamento de produtos: ajuste do modelo classificação de produtos e eliminação significativa do número de referências comercializadas. Esta mudança permitiu à empresa reduzir, até ao momento, 11% do seu nível de *stock* de produto acabado, o que representa um ganho de aproximadamente €415 000.
- Dimensionamento dos níveis de reposição: ajuste dos tamanhos de lote e níveis de reposição com base no consumo real do mercado, individualmente para cada um dos produtos.
- Desenho e implementação de um supermercado de tinta: alteração do modelo de planeamento de produção de referências *make-to-stock* de elevada rotação. Esta solução levou à redução de 37% do valor de inventário dos produtos de supermercado (traduzindo-se num ganho de mais de €54 000), à redução do *lead time* global do processo de 10,4 para 4,2 dias, e à redução da percentagem média de roturas destes produtos em 58%, por comparação com o período homólogo de 2014.

- Determinação da capacidade produtiva e priorização de referências: estabelecimento do nível de capacidade produtiva da empresa em função do *mix* de produtos, até então desconhecido e criação de mecanismos de apoio à decisão que permitem uma abordagem racional e objetiva à tarefa de elaboração do plano de produção.
- Otimização da sequência de enchimento: melhoria da eficácia do processo de programação e redução do incumprimento do plano produtivo. A solução desenvolvida permitiu reduzir em 97% o tempo gasto na definição da sequência de enchimento (de 20 minutos para 40 segundos) e diminuir em mais de 80% a percentagem de alterações ao plano de produção provocadas por uma definição errada desta sequência.

As soluções com as ferramentas *Kaizen* foram complementadas com procedimentos de otimização fundamentais na concretização do objetivo. Esta complementaridade é relevante, pois integra e articula métodos de otimização e automatismo computacional com a excelência dos princípios *Lean*, característica da filosofia *Kaizen*. Esta abordagem híbrida não é usual no âmbito dos trabalhos do *Kaizen Institute*.

O indicador objetivo do trabalho atingiu uma redução de 68% no nível de roturas, resultado ainda mais relevante tendo em conta o crescimento na produção da empresa. De entre as referências segundo a categorização “ABC”, foi a redução de rotura nas referências “A”, de maior valor para a empresa, aquela que mais contribuiu para o resultado favorável no indicador anterior.

Em relação ao *lead time*, a redução foi igualmente significativa, sendo que o tempo de resposta passou de 10,4 para 6,0 dias. Após a implementação das novas abordagens, a CIN consegue garantir que 75% das suas encomendas são entregues dentro dos prazos acordados com os clientes, contra os escassos 28% do ano anterior. Para esta redução contribuiu, em larga escala, a implementação do conceito de supermercado de tinta para referências de elevada rotação e a criação do algoritmo de sequenciamento do plano de enchimento para o dia.

O sucesso das soluções implementadas não teria sido possível sem o grande esforço e dedicação da equipa de Planeamento e de todos os colaboradores da CIN. Deve ser ainda referido o enorme apoio da gestão de topo, que patrocinou ativamente e acompanhou de perto a evolução do trabalho.

Os próximos passos passam, sobretudo, pelo aperfeiçoamento das soluções já implementadas e pela sustentabilização da dinâmica de melhoria contínua criada no decorrer do projeto. Elencam-se de seguida as principais perspetivas de trabalho futuro:

- Melhorar o combate às roturas explorando a dinâmica de melhoria implementada com a criação do *Dashboard*.
- Estender a aplicação do algoritmo de sequenciamento a todas as linhas de enchimento; do ponto de vista da otimização será também interessante considerar um horizonte de produção mais alargado.
- Expandir o algoritmo para que considere também os prazos de entrega na definição da sequência produtiva. Uma possível abordagem passará pela criação de um modelo multicritério que inclua as variáveis de atraso máximo (*maximum tardiness*) e antecipação máxima (*maximum earliness*).

Em função do sucesso do trabalho que agora termina, foi contratualizado e iniciado um novo projeto de melhoria contínua noutra unidade industrial do mesmo grupo.

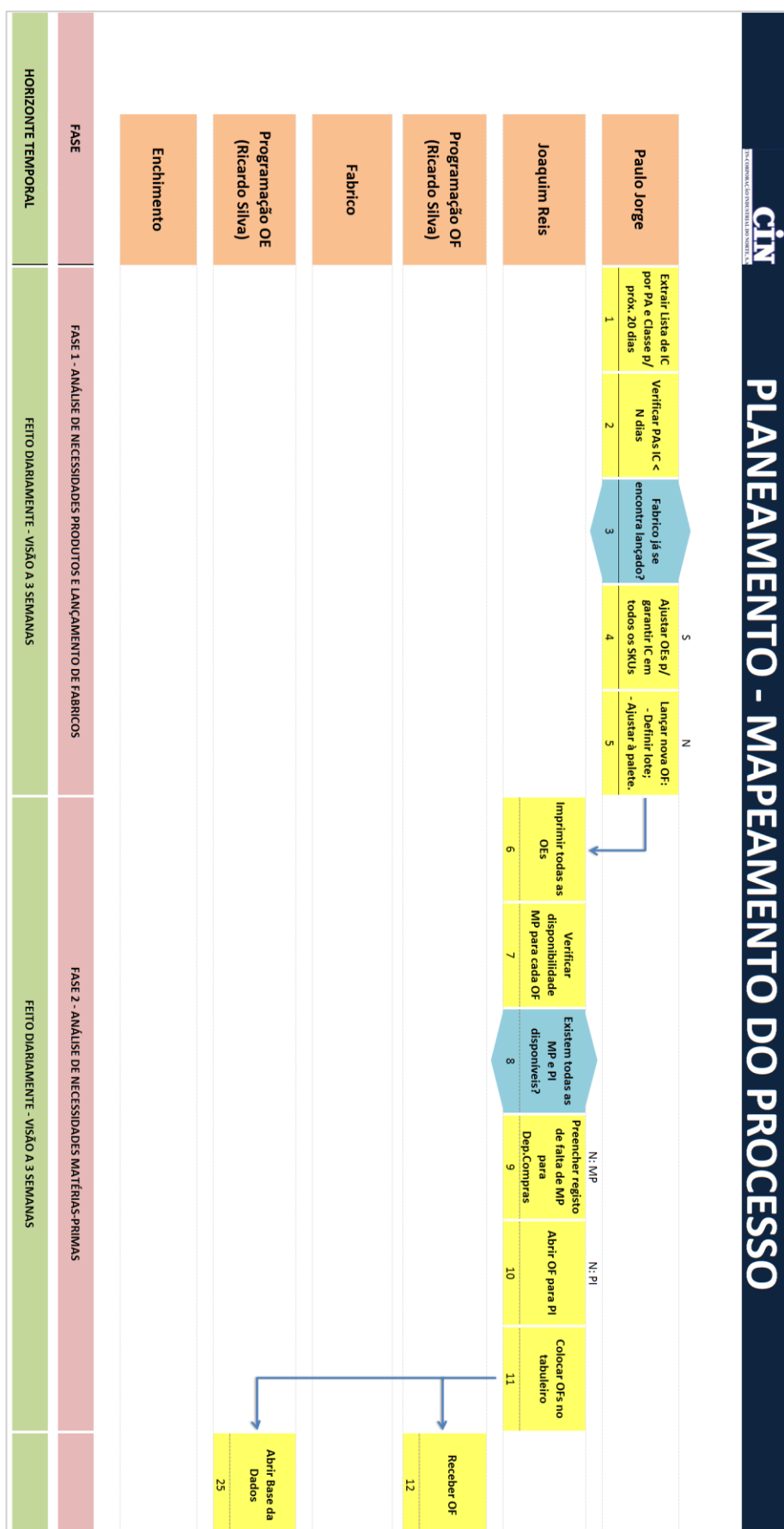
Este trabalho foi uma ponte entre a excelente formação recebida na Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, utilizada em prol de uma organização de excelência (CIN), com o acompanhamento de pessoas excecionais do *Kaizen Institute*.

Referências

- Allahverdi, Ali, Jatinder ND Gupta, e Tariq Aldowaisan. 1999. "A review of scheduling research involving setup considerations." *Omega* no. 27 (2):219-239.
- Almada-Lobo, Bernardo, Diego Klabjan, Maria Antónia Carravilla, e José F Oliveira. 2007. "Single machine multi-product capacitated lot sizing with sequence-dependent setups." *International Journal of Production Research* no. 45 (20):4873-4894.
- Arcelus, FJ, e Ramesh Chandra. 1983. "On n-I-F Setup Dependent Problems." *Engineering optimization* no. 7 (1):59-67.
- Baudin, Michel. 2004. *Lean logistics: the nuts and bolts of delivering materials and goods*: Productivity Press.
- Bianco, Lucio, Salvatore Ricciardelli, Giovanni Rinaldi, e Antonio Sassano. 1988. "Scheduling tasks with sequence-dependent processing times." *Naval Research Logistics (NRL)* no. 35 (2):177-184.
- Burch, Michele Kowalski. 2008. "Lean longevity: Kaizen events and determinants of sustainable improvement."
- Cardoso, Filipa. 2014. *Implementação e Validação de um Software de Previsão de Vendas*, Universidade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Chase, Richard B, Nicholas J Aquilano, e F Robert Jacobs. 2006. *Operations management for competitive advantage*. 11th ed: Irwin/McGraw-Hill.
- CIN, Corporação Industrial do Norte. 2012. *Relatório e Contas Consolidado 2012*.
- CIN, Corporação Industrial do Norte. 2013. *Relatório e Contas Consolidado 2013*.
- Coimbra, Euclides A. 2009. *Total Flow Management: Achieving Excellence with Kaizen and Lean Supply Chains*: Kaizen Institute.
- Ferreira, José Soeiro, e Ana Santos. 2005. *Modelo de Optimização numa Empresa Têxtil*, INESC Porto.
- Forrester, Jay Wright. 1997. "Industrial dynamics." *Journal of the Operational Research Society* no. 48 (10):1037-1041.
- Gilbreth, Frank Bunker, e Lillian Moller Gilbreth. 1919. "Applied motion study."
- Graham, Ronald L, Eugene L Lawler, Jan Karel Lenstra, e AHG Rinnooy Kan. 1979. "Optimization and approximation in deterministic sequencing and scheduling: a survey." *Annals of discrete mathematics* no. 5:287-326.
- Guedes, Alcibíades Paulo. 2006. *Planeamento Integrado & Gestão de Stocks*, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e Porto Business School.
- Gupta, Anshuman, e Costas D Maranas. 2003. "Managing demand uncertainty in supply chain planning." *Computers & Chemical Engineering* no. 27 (8):1219-1227.
- Imai, Masaaki. 1986. "Kaizen: The key to Japan's competitive success." *New York, itd: McGraw-Hill*.
- Imai, Masaaki. 1997. *Gemba kaizen: a common sense, low cost approach to management*. New York: McGraw-Hill.

- Johansson, Henry J, Patrick McHugh, A John Pendlebury, e William A Wheeler. 1993. *Business process reengineering: Breakpoint strategies for market dominance*: Wiley Chichester.
- Jones, Daniel T. 2006. "Heijunka: leveling production." *Manufacturing engineering* no. 137.
- Kaizen Institute. 2015. *Manual KMS*.
- Lambert, Douglas M, e Martha C Cooper. 2000. "Issues in supply chain management." *Industrial marketing management* no. 29 (1):65-83.
- Lee, Hau L, Venkata Padmanabhan, e Seungjin Whang. 2004. "Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect." *Management science* no. 50:1875-1886.
- Lewis, Ira, e Alexander Talalayevsky. 2004. "Improving the interorganizational supply chain through optimization of information flows." *Journal of Enterprise Information Management* no. 17 (3):229-237.
- Liker, J. K. 2004. *The Toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer*. New York: McGraw Hill.
- Moore, Ron. 2011. *Selecting the right manufacturing improvement tools: what tool? when?*: Butterworth-Heinemann.
- Muller, Max. 2011. *Essentials of inventory management*: AMACOM Div American Mgmt Assn.
- Ohno, Taiichi. 1988. "Toyota production system: beyond large scale production." *Productivity Pres, Cambridge, MA*.
- Ovacikt, IM, e Reha Uzsoy. 1994. "Rolling horizon algorithms for a single-machine dynamic scheduling problem with sequence-dependent setup times." *The international Journal of Production Research* no. 32 (6):1243-1263.
- Pinedo, Michael L. 2012. *Scheduling: theory, algorithms, and systems*: Springer Science & Business Media.
- Romero, Bernardo Prida. 1991. "The other side of JIT in supply management." *Production and Inventory Management Journal* no. 32 (4):1.
- Rother, Mike, e Rick Harris. 2001. "Creating continuous flow." *Lean Enterprise Institute, Brookline*.
- Shingo, Shigeo. 1989. *A study of the Toyota production system: From an Industrial Engineering Viewpoint*: Productivity Press.
- Smalley, Art. 2004. *Creating level pull: a lean production-system improvement guide for production-control, operations, and engineering professionals*: Lean Enterprise Institute.
- Womack, James P, e Daniel T Jones. 2010. *Lean thinking: banish waste and create wealth in your corporation*: Simon and Schuster.
- Yang, Wen-Hwa. 1999. "Survey of scheduling research involving setup times." *International Journal of Systems Science* no. 30 (2):143-155.
- Yasin, MM, M Small, e MA Wafa. 1997. "An empirical investigation of JIT effectiveness: an organizational perspective." *Omega, International Journal of Management Science* no. 25 (4):461-471.

ANEXO A: Mapeamento do processo de Planejamento



[illegible]

ANEXO B: Matriz de prioridades de ações de melhoria



ANEXO C: Cronograma de implementação de ações de melhoria

Cronograma de Implementação

Planeado

Completo

Atrasado

AÇÃO/TAREFA												PLANEADO		NOTAS	RESP.	CONCLUÍDO	PRIOR.	MAIO												JUNHO					JULHO					> JULHO										
INÍCIO												DURAÇÃO						19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	> 32																			
1. Proximidade Planeamento + Programação																																																		
1.1 Aproximar Ricardo Silva do Planeamento												19	2			PC	✓	1																																
1.2 Definir novo standard/rotina para receção de OE/OF												20	1			RS	✓	1																																
2. Standards de Prioritização																																																		
2.1 Definir standard para prioritização de enchimentos																															1																			
1ª fase: Levantamento de restrições produtivas + Inputs do Planeamento												20	3			PC																																		
2ª fase: Definição do algoritmo para o enchimento												22	5			JP																																		
3ª fase: Teste do algoritmo + Validação												26	2			PC																																		
4ª fase: Implementação informática												28	2			VO																																		
2.2 Definir standard para prioritização de fabricos																															1																			
1ª fase: Levantamento de restrições produtivas + Inputs do Planeamento												20	3			PC																																		
2ª fase: Definição do algoritmo para o fabrico												22	5			PC																																		
3ª fase: Teste do algoritmo + Validação												26	2			PC																																		
4ª fase: Implementação informática												28	2			VO																																		
3. Processo de Planeamento + Programação																																																		
3.1 Integração dos processos de Planeamento + Programação												20	1			IL	✓	2																																
3.2 Integração das tarefas do PJ + JR (Planeamento em fluxo)												20*	4			JP		3																																
4. Programação																																																		
4.1 Normalização em método único de programação (enchimento)												20	1			PC	✓	3																																
4.2 Agendar teste nas semi-automáticas para 2 pessoas em simultâneo												19	1			Atrasado até Julho	PC		3																															
5. Status de Planeamento																																																		
5.1 Rever critérios/significado dos status de Planeamento (status 5,10 e 20)																															2																			
1ª fase: Desenho funcional												25	1			JP																																		
2ª fase: Validação para definir implementação (informática)												26	2			JP																																		
5.2 OF em sistema para eliminar necessidade de papel. Melhorar visualização das OF em sistema																															2																			
1ª fase: Desenho funcional												25	1			JP																																		
2ª fase: Validação para definir implementação (informática)												26	2			JP																																		

Planeado

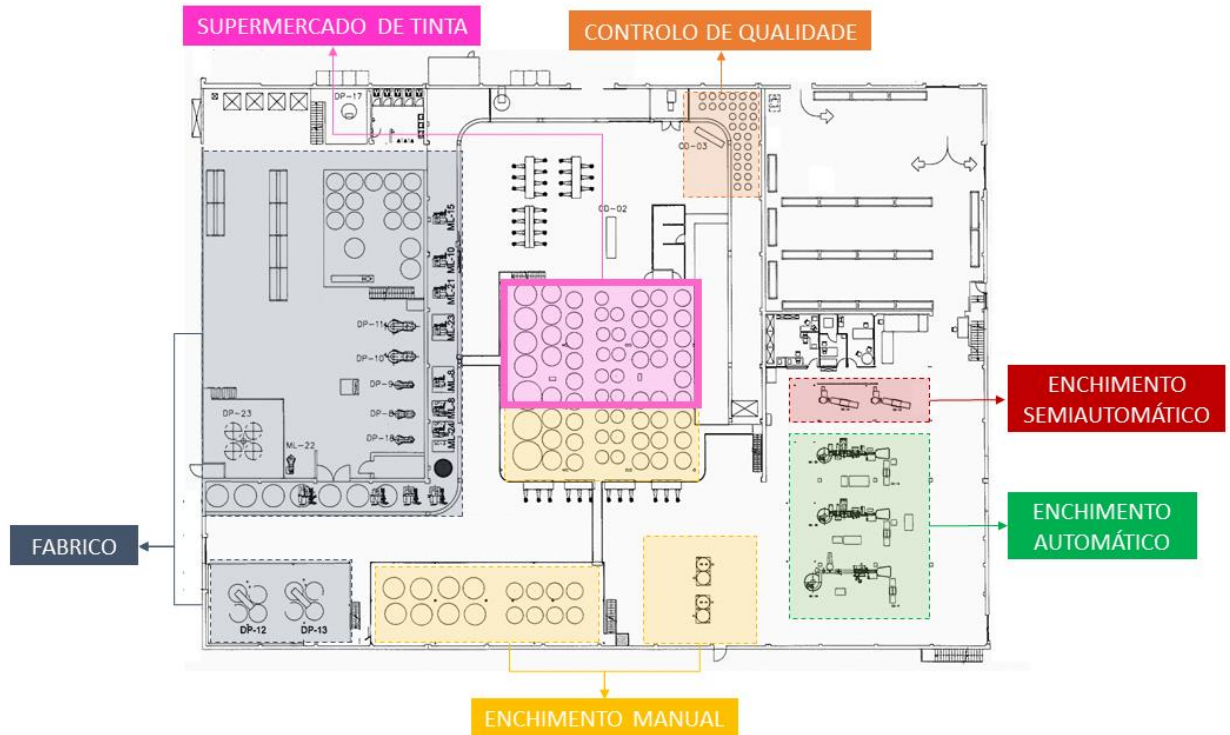
Completo

Atrasado


6. Autómatismos de Programação									
6.1 Construção de matriz para implementação no sistema com setups de mudança P1 + E									
1ª fase: Construção de matriz para implementação no sistema com setups de mudança P1 + E		19	1		VO	✓			
2ª fase: Medição de tempos de mudança		20	2		RS				
3ª fase: Construção do algoritmo de otimização		22	2		VO				
6.2 Automatizar processo de preenchimento de equipamentos na programação de enchimentos		19	1		VO				
6.3 Incluir indicador "bem a primeira" na manutenção de datas de entrega (programação enchimento)		19	1		VO	✓			
6.4 Adicionar campo ABC exclusivo C1 no sistema para apoio à decisão do colaborador		19	2		JP				
7. Parametrização de Índices de Cobertura (IDC)									
7.1 Parametrizar NR, IDC e exceções no sistema. Necessidade de criar menu adicional/acesso a BD		19	5		AG	Pendente Informática			
7.2 Incluir informação sobre IDC e NR no sistema para apoio à decisão do colaborador (tabela de cor)		19	5		AG	Pendente Informática			
7.3 Automatização do processo de cálculo de IDC (aditamento)		19	5		AG	Pendente Informática			
8. Determinação de Capacidade Produtiva									
8.1 Determinação da Capacidade de Produção		20	1		PC				
9. Avaliar uniformização de paletes									
9.1 Extinção de paletes de exportação na Produção		19	3		JP	✓			
9.2 Uniformizar para paletes europeias em toda a empresa		19	3		JP	✓			
10. Produtos Novos e Produtos Especiais									
10.1 Normalizar: "QT" tratado como Especial		19	2		MT				
10.2 Produtos novos entram com status "N" e não "L". Garantir cumprimento da norma		19	2		MT				
11. Matéria-Prima									
11.1 Rever o funcionamento do sistema de análise de MP (em análise)				2					
1ª fase: Desenho funcional		23	2		JP				
2ª fase: Validação + Definir implementação (c/ informática)		24	3		JP				
11.2 Parametrização e automação do processo de seleção de contra-tipos de MP				2					
1ª fase: Desenho funcional		23	2		JP				
2ª fase: Validação + Definir implementação (c/ informática)		24	3		JP				
12. Matéria-Prima em Sistema									
12.1 Integração da ferramenta de análise de falta de MP em sistema				4					
1ª fase: Avaliar e definir exequibilidade + data implementação		26	2		VO				
13. Armazém de Matéria-Prima									
13.1 Estudar repartição da equipa de armazém de MP		26	1		PC				

[illegible]

ANEXO E: Alterações ao *layout* da nave para inclusão do supermercado de tinta



ANEXO F: Análise ABC para as referências de tinta

<div>  ANÁLISE ABC PARA REFERÊNCIAS DE TINTA </div>									
Nº	WIP	Unidades	Litros	Unidades		Critério 1 (Qtd)	Litros		Critério 2 (Litro)
				%	% Acum		%	% Acum	
1	12220 0509	27890	55683	4,5%	4,5%	A	2,3%	2,3%	A
2	12230 0509	24980	78483	4,0%	8,5%	A	3,2%	5,5%	A
3	48251 0505	22242	33112	3,6%	12,1%	A	1,4%	6,8%	A
4	38200 0505	16223	20647	2,6%	14,7%	A	0,8%	7,7%	A
5	42860 7000	15597	25624	2,5%	17,2%	A	1,0%	8,7%	A
6	48261 0501	14066	21937	2,3%	19,4%	A	0,9%	9,6%	A
7	12220 0505	13727	17968	2,2%	21,6%	A	0,7%	10,4%	A
8	48251 0501	13397	13987	2,2%	23,8%	A	0,6%	10,9%	A
9	12900 0508	12885	12543	2,1%	25,8%	A	0,5%	11,5%	A
10	38200 0501	11898	13941	1,9%	27,8%	A	0,6%	12,0%	A
11	48261 0505	11118	16252	1,8%	29,5%	A	0,7%	12,7%	A
12	12230 0505	10937	18643	1,8%	31,3%	A	0,8%	13,5%	A
13	12200 0509	10129	13701	1,6%	32,9%	A	0,6%	14,0%	A
14	12200 0505	9694	8923	1,6%	34,5%	A	0,4%	14,4%	A
15	48300 0505	9042	30621	1,5%	35,9%	A	1,3%	15,6%	A
16	48261 0509	8465	15012	1,4%	37,3%	A	0,6%	16,3%	A
17	48271 0501	7602	10287	1,2%	38,5%	A	0,4%	16,7%	A
18	41300 0505	7018	16170	1,1%	39,6%	A	0,7%	17,3%	A
19	48251 0531	6628	4443	1,1%	40,7%	A	0,2%	17,5%	A
20	12220 1507	6072	7623	1,0%	41,7%	A	0,3%	17,8%	A
21	40400 0501	5541	8562	0,9%	42,6%	A	0,4%	18,2%	A
22	71199 9999	5433	21732	0,9%	43,4%	A	0,9%	19,1%	A
23	54900 0503	5354	7930	0,9%	44,3%	A	0,3%	19,4%	A
24	48251 0508	5310	10188	0,9%	45,1%	A	0,4%	19,8%	A
25	40245 7815	5194	6247	0,8%	46,0%	A	0,3%	20,1%	A
26	25101 0505	5178	8801	0,8%	46,8%	A	0,4%	20,4%	A
27	48271 0505	5081	7132	0,8%	47,6%	A	0,3%	20,7%	A
28	48251 0509	5038	10668	0,8%	48,4%	A	0,4%	21,2%	A
29	38200 0531	5035	5536	0,8%	49,2%	A	0,2%	21,4%	A
30	7M792 9980	4842	9645	0,8%	50,0%	A	0,4%	21,8%	A
31	D0219 1301	4822	8076	0,8%	50,8%	A	0,3%	22,1%	A
32	58940 7000	4470	16723	0,7%	51,5%	A	0,7%	22,8%	A
33	48261 0508	4411	7187	0,7%	52,2%	A	0,3%	23,1%	A
34	25261 6000	4251	15840	0,7%	52,9%	A	0,6%	23,7%	A
35	25101 0507	4241	7643	0,7%	53,6%	A	0,3%	24,1%	A
36	12230 1507	4231	6698	0,7%	54,3%	A	0,3%	24,3%	A
37	42860 8000	4190	11915	0,7%	54,9%	A	0,5%	24,8%	A
38	62760 0506	4063	7604	0,7%	55,6%	A	0,3%	25,1%	A
39	D0602 0531	3968	6861	0,6%	56,2%	A	0,3%	25,4%	A
40	7P251 0505	3932	11671	0,6%	56,9%	A	0,5%	25,9%	A
41	7D980 0505	3891	15018	0,6%	57,5%	A	0,6%	26,5%	A
42	7N172 9980	3792	21064	0,6%	58,1%	A	0,9%	27,4%	A
43	12920 0503	3766	6114	0,6%	58,7%	A	0,3%	27,6%	A
44	62850 1000	3731	5324	0,6%	59,3%	A	0,2%	27,8%	A
45	7D980 0501	3598	9706	0,6%	59,9%	A	0,4%	28,2%	A
46	45810 7001	3558	17227	0,6%	60,4%	A	0,7%	28,9%	A
47	25421 0505	3541	4873	0,6%	61,0%	A	0,2%	29,1%	A
48	7N181 7802	3492	19524	0,6%	61,6%	A	0,8%	29,9%	A
49	7N182 9999	3421	19582	0,5%	62,1%	A	0,8%	30,7%	A
50	D0603 0531	3403	7464	0,5%	62,7%	A	0,3%	31,0%	A
51	E4180 0503	3384	3668	0,5%	63,2%	A	0,2%	31,2%	B
52	7K587 0501	3288	6121	0,5%	63,7%	A	0,3%	31,4%	A
53	7K651 7101	3168	38016	0,5%	64,2%	A	1,6%	33,0%	A
54	D0105 0410	3159	1468	0,5%	64,8%	A	0,1%	33,1%	B
55	48261 0506	3084	4636	0,5%	65,2%	A	0,2%	33,2%	A
56	7D990 0501	3074	7790	0,5%	65,7%	A	0,3%	33,6%	A
57	48300 0507	3034	10555	0,5%	66,2%	A	0,4%	34,0%	A
58	48271 0531	3007	2699	0,5%	66,7%	A	0,1%	34,1%	B
59	25421 0507	2905	3858	0,5%	67,2%	A	0,2%	34,3%	B
60	48271 0509	2904	7743	0,5%	67,6%	A	0,3%	34,6%	A
61	12960 5595	2896	3480	0,5%	68,1%	A	0,1%	34,7%	B
62	7P251 0507	2843	10744	0,5%	68,6%	A	0,4%	35,2%	A
63	86336 0501	2627	3269	0,4%	69,0%	A	0,1%	35,3%	B

Nº referências WIPs 580

Ref AA 75 13%

Representa em Unidades 71,3%

Representa em Litros 43,8%

RefAB 24 4%

Representa em Unidades 8,5%


Representa em Litros 3,0%

Ref BA 47 8%

Representa em Unidades 5,9%

Representa em Litros 21,4%

ANEXO G: Triagem de referências e atribuição de tanques

<div>  TRIAGEM DE REFERÊNCIAS E ATRIBUIÇÃO DE TANQUES </div>										
Consumo 6 meses										
Nº	WIP	Unidades	Litros	Litros/ Mês	Tipo Tanque	ID	Capacidade Tanque (Litros)	Nº Marcas	Nº SKU	Manter?
1	12220 0509	27890	55683	9 280	1	TF-186	6000	4	14	SIM
2	12230 0509	24980	78483	13 081	1	TF-182	6000	3	18	SIM
3	48251 0505	22242	33112	5 519	1	TF-190	6000	4	8	SIM
4	38200 0505	16223	20647	3 441	1	TF-127	2500	3	6	SIM
5	42860 7000	15597	25624	4 271	1	TF-188	6000	1	3	NÃO
6	48261 0501	14066	21937	3 656	1	TF-168 e TF-169 (COL	2500	4	14	SIM
7	12220 0505	13727	17968	2 995	1	TF-178 e TF-180	2500	3	7	SIM
8	48251 0501	13397	13987	2 331	1	TF-135 e TF127 (COLC	2500	4	11	SIM
9	12900 0508	12885	12543	2 091	1	TF-180	2500	1	2	NÃO
10	38200 0501	11898	13941	2 324	1	TF-167 (COLORMIX)	2500	3	7	SIM
11	48261 0505	11118	16252	2 709	1	TF-185	2500	2	6	SIM
12	12230 0505	10937	18643	3 107	1	TF-179	2500	3	9	SIM
13	12200 0509	10129	13701	2 284	1	TF-193	4000	3	20	SIM
14	12200 0505	9694	8923	1 487	2	Movel/IBC	900	4	10	SIM
15	48300 0505	9042	30621	5 104	1	TF-236 (COLORMIX)	6000	2	6	SIM
16	48261 0509	8465	15012	2 502	1	TF-181	2500	2	4	SIM
17	48271 0501	7602	10287	1 715	2	Movel/IBC	900	4	10	SIM
18	41300 0505	7018	16170	2 695	1	TF-128	2500	2	5	SIM
19	48251 0531	6628	4443	741	2	Movel/IBC	900	4	11	SIM
20	12220 1507	6072	7623	1 271	2	Movel/IBC	900	3	6	SIM
21	40400 0501	5541	8562	1 427	1	TF-140 (COLORMIX)	1200	2	4	SIM
22	7L199 9999	5433	21732	3 622	Não aplicável (END)					NÃO
23	54900 0503	5354	7930	1 322	2	Movel/IBC	900	2	4	SIM
24	48251 0508	5310	10188	1 698	1	TF-183	2500	4	8	SIM
25	40245 7815	5194	6247	1 041	Não aplicável (AL)					NÃO
26	25101 0505	5178	8801	1 467	1	TF-162 (COLORMIX)	2500	1	3	NÃO
27	48271 0505	5081	7132	1 189	2	Movel/IBC	900	2	4	SIM
28	48251 0509	5038	10668	1 778	1	TF-136	2500	2	5	SIM
29	38200 0531	5035	5536	923	2	Movel/IBC	900	2	5	SIM
30	7M792 9980	4842	9645	1 608	Não aplicável (END)					NÃO
31	00219 1301	4822	8076	1 346	Não aplicável (AL)					NÃO
32	58940 7000	4470	16723	2 787	1	TF-125	2500	1	3	NÃO
33	48261 0508	4411	7187	1 198	2	Movel/IBC	900	3	6	SIM
34	25261 6000	4251	15840	2 640	1	TF-184	2500	2	3	NÃO
35	25101 0507	4241	7643	1 274	1	TF-142 (COLORMIX)	1200	1	3	NÃO
36	12230 1507	4231	6698	1 116	2	Movel/IBC	900	3	8	SIM
37	42860 8000	4190	11915	1 986	1	TF-182	2500	1	3	NÃO
38	62760 0506	4063	7604	1 267	Não aplicavel (FORJA)					NÃO
39	00602 0531	3968	6861	1 144	Não aplicavel (FORJA)					NÃO
40	7P251 0505	3932	11671	1 945	1	TF-163 (COLORMIX)	2500	2	5	SIM
41	7D980 0505	3891	15018	2 503	1	TF-193	6000			NÃO
42	7N172 9980	3792	21064	3 511	Não aplicavel (END)					NÃO
43	12920 0503	3766	6114	1 019	2	Movel/IBC	900	1	3	NÃO
44	62850 1000	3731	5324	887	2	Movel/IBC	900	1	2	NÃO
45	7D980 0501	3598	9706	1 618	2	Movel/IBC	900			NÃO
46	45810 7001	3558	17227	2 871	1	TF-124	2500	1	2	NÃO
47	25421 0505	3541	4873	812	2	Movel/IBC	900	1	2	NÃO
48	7N181 7802	3492	19524	3 254	Não aplicavel (AL)					NÃO
49	7N182 9999	3421	19582	3 264	Não aplicavel (END)					NÃO
50	00603 0531	3403	7464	1 244	Não aplicavel (FORJA)					NÃO
51	7K587 0501	3288	6121	1 020	2	Movel/IBC	900	1	3	NÃO
52	7K651 7101	3168	38016	6 336	Não aplicavel (ZN)					NÃO
53	48261 0506	3084	4636	773	2	Movel/IBC	900	2	4	SIM
54	7D990 0501	3074	7790	1 298	2	Movel/IBC	900			NÃO
55	48300 0507	3034	10555	1 759	2	Movel/IBC	900	2	6	SIM
56	48271 0509	2904	7743	1 291	2	Movel/IBC	900	2	4	SIM
57	7P251 0507	2843	10744	1 791	1	TF-164 (COLORMIX)	2500	2	5	SIM
58	48251 1600	2549	5594	932	2	Movel/IBC	900	5	10	SIM
59	89200 0534	2064	11040	1 840	2	Movel/IBC	900	1	2	NÃO
60	36200 0501	2052	8875	1 479	2	Movel/IBC	900			NÃO
61	7N171 0507	2002	9257	1 543	2	Movel/IBC	900	1	2	NÃO
62	7D990 0505	1978	4919	820	2	Movel/IBC	900			NÃO
63	7N171 0505	1900	8231	1 372	2	Movel/IBC	900	1	2	NÃO
64	7K922 9980	1869	23364	3 894	Não aplicavel (ETIL-SILICATO)					NÃO
65	54410 0505	1808	16220	2 703	1	TF-191	4000	2	4	SIM
66	7L141 7142	1804	28864	4 811	Não aplicável (MIOX)					NÃO
67	7P691 7015	1736	13888	2 315	MTO					NÃO
68	7F610 V237	1683	5058	843	2	Movel/IBC	900			NÃO
69	61200 0505	1654	9282	1 547	2	Movel/IBC	900	2	4	SIM
70	12730 0531	1621	18755	3 126	2	Movel/IBC	900	2	4	SIM
71	89200 6801	1613	7412	1 235	2	Movel/IBC	900	1	2	NÃO
72	48320 0505	1587	6103	1 017	2	Movel/IBC	900	2	4	SIM
73	7K501 7101	1468	22020	3 670	Não aplicavel (ZN)					NÃO
74	61200 0507	1395	7640	1 273	2	Movel/IBC	900	2	4	SIM
75	7K201 7N45	1387	19734	3 289	1	TF-189	4000	1	2	NÃO



ANEXO H: Cálculo de níveis de reposição, stocks de segurança e triggers para kanban

CIN


CALCULO DOS NÍVEIS DE REPOSIÇÃO, STOCK DE SEGURANÇA E TRIGGERS


#	WIP	Tanque	Lead Time Programação	Lead Time Processo	Lead Time CO	Lead Time Total Fabrico	Lote Fabrico [L]	Consumo Médio Mensal [L]	Consumo Médio Diário [L]	Nível de Reposição [L]	Nível Mínimo Homogeneização	Nível Reposição Atualizado [L]	Stock Segurança	Trigger [L]
1	12220 0509	TF-186	1	4	1,2	6,2	6000	9280,4	421,8	2615,4	800	2615,4	244,4	2859,8
2	12230 0509	TF-182	1	4	1	6	6000	13080,5	594,6	3567,4	800	3567,4	351,1	3918,5
3	48251 0505	TF-190	1	4	1	6	6000	5518,7	250,8	1505,1	800	1505,1	24,2	1529,3
4	38200 0505	TF-127	1	3	1,2	5,2	2500	3441,2	156,4	813,4	800	813,4	7,5	820,9
5	42860 7000	TF-188	1	4	1	6	6000	4270,7	194,1	1164,7	2500	1164,7	114,1	1278,8
6	48261 0501	TF-168 e TF-169	1	3	1,2	5,2	2500	3656,2	166,2	864,2	2500	2500,0	184,2	2684,2
7	12220 0505	TF-178	1	3	1,2	5,2	2500	2994,7	136,1	707,8		707,8	68,5	776,4
8	48251 0501	TF-135 (COLORN	1	3	1	5	2500	2331,2	106,0	529,8		529,8	44,4	574,2
9	12900 0508	TF-180	1	2	1	4	2500	2090,5	95,0	380,1		380,1	17,1	397,2
10	38200 0501	TF-167 (COLORN	1	3	1,2	5,2	2500	2323,5	105,6	549,2		549,2	17,8	567,0
11	48261 0505	TF-185	1	3	1,2	5,2	2500	2708,7	123,1	640,2		640,2	33,1	673,4
12	12230 0505	TF-179	1	3	1	5	2500	3107,2	141,2	706,2	600	600,0	54,9	761,1
13	12200 0509	TF-193	1	2	1,2	4,2	4000	2283,5	103,8	435,9		435,9	23,0	623,0
14	12200 0505	Movel/IBC	1	2,5	1,2	4,7	900	1487,1	67,6	317,7		317,7	10,0	327,7
15	48300 0505	TF-236 (COLORN	1	1	1	3	6000	5103,5	232,0	695,9		695,9	43,9	739,8
16	48261 0509	TF-181	1	3	1,2	5,2	2500	2502,0	113,7	591,4		591,4	5,6	597,0
17	48271 0501	Movel/IBC	1	2,5	1,2	4,7	900	1714,5	77,9	366,3		366,3	1,6	367,9
18	41300 0505	TF-128	1	1	1	3	2500	2695,0	122,5	367,5	400	400,0	19,3	419,3
19	48251 0531	Movel/IBC	1	2,5	1	4,5	900	740,5	33,7	151,5		151,5	2,6	154,1
20	12220 1507	Movel/IBC	1	2,5	1,2	4,7	900	1270,5	57,8	271,4		271,4	8,0	279,5
21	40400 0501	TF-140 (COLORN	1	3	1	5	1200	1427,0	64,9	324,3		324,3	10,8	335,1
22	54900 0503	Movel/IBC	1	2	1	4	900	1321,7	60,1	240,3		240,3	11,9	252,2
23	48251 0508	TF-183	1	3	1	5	2500	1698,0	77,2	385,9		385,9	25,0	410,9
24	25101 0505	TF-162 (COLORN	1	1	1	3	2500	1466,8	66,7	200,0		200,0	1,8	201,9
25	48271 0505	Movel/IBC	1	2,5	1,2	4,7	900	1188,7	54,0	253,9		253,9	0,8	254,7
26	48251 0509	TF-136	1	3	1	5	2500	1778,0	80,8	404,1		404,1	31,1	435,2
27	38200 0531	Movel/IBC	1	2,5	1,2	4,7	900	922,7	41,9	197,1		197,1	17,5	214,6
28	58940 7000	TF-125	1	3	1	5	2500	2787,2	126,7	633,4	400	633,4	27,5	660,9
29	48261 0508	Movel/IBC	1	2,5	1,2	4,7	900	1197,8	54,4	255,9		255,9	5,0	261,0
30	25261 6000	TF-184	1	3	1,2	5,2	2500	2640,0	120,0	624,0	400	624,0	37,9	661,9
31	25101 0507	TF-142 (COLORN	1	3	1	5	1200	1273,9	57,9	289,5		289,5	17,8	307,3
32	12230 1507	Movel/IBC	1	2,5	1	4,5	900	1116,3	50,7	228,3		228,3	20,7	249,0
33	42860 8000	TF-182	1	3	1	5	2500	1985,8	90,3	451,3		451,3	11,6	462,9
34	7P251 0505	TF-163 (COLORN	1	3	1	5	2500	1945,1	88,4	442,1		442,1	30,8	472,8
35	7D980 0505	TF-193	1	4	1	6	6000	2503,0	113,8	682,6	600	682,6	24,2	706,8
36	12920 0503	Movel/IBC	1	2	1	4	900	1019,0	46,3	185,3		185,3	17,1	202,4
37	62850 1000	Movel/IBC	1	2,5	1	4,5	900	887,3	40,3	181,5		181,5	2,5	184,0

ANEXO I: *Standard do sistema e-kanban para o supermercado de tinta*

 <p>CIN-CORPORAÇÃO INDUSTRIAL DO NORTE, S.A.</p>	<h1>SUPERMERCADO WIP AA</h1> <h2>STANDARDS DE SISTEMA E-KANBAN</h2>
<h3><u>1. LANÇAMENTO DE FABRICO</u></h3> <p>TRIGGER: FABRICO FECHADO = FABRICO LANÇADO</p>	
<h3><u>2. INÍCIO DE FABRICO</u></h3> <p>TRIGGER: $SALDO\ PI + PI_{EM\ CURSO} - OE_{LANÇADAS}$ (sem relação OF / OE) - SS ≤ 0</p> <p>SE LEAD TIME FABRICO ≤ 3 \rightarrow TRIGGER: $SALDO_{TANQUE} = 0$</p> <p>SE FOREM DETECTADOS PROBLEMAS DE QUALIDADE QUE INVABILIZEM A RECUPERAÇÃO DA TINTA A PRODUÇÃO DEVE ALERTAR O PLANEAMENTO PARA INICIAR UM NOVO FABRICO.</p>	
<h3><u>3. LANÇAMENTO DE ORDENS DE ENCHIMENTO</u></h3> <p>TRIGGER: IC = 6 DIAS para $LTD_{FABRICO} \leq 4$ $IC = LTD_{FABRICO} + 2$ para $LTD_{FABRICO} > 4$</p> <p>*PARA ENCOMENDAS DESTINADAS A EMPRESAS EXTERNAS SOMA-SE O TEMPO DE TRANSPORTE AO IC</p> <p><u>EXCEPÇÃO:</u></p> <p>SE ENCOMENDA / LOTE FABRICO ≥ 1 \rightarrow LANÇAR FABRICO [OF \rightarrow OE] COM QUANTIDADE = ROUNDUP(ENCOMENDA/LOTE FABRICO) \rightarrow SE NÃO EXISTIREM ORDENS FORÇAR ENCHIMENTOS PARA LIBERTAR TANQUE</p> <p>SE OE FOR LANÇADO PARA RESPONDER A UMA ENCOMENDA COM DATAS DE ENTREGA SUPERIOR AO LEAD TIME DO CONTRATO (EX: EXPORTAÇÃO E CAMPANHAS)</p>	
<h3><u>4. QUANTIDADES DE REPOSIÇÃO</u></h3> <p>QUANTIDADE DE REPOSIÇÃO = IC + 10 DIAS (até ao final da época alta)</p> <p><i>Redução gradual a partir do final da época até atingir o objetivo (6 dias).</i></p> <p><u>EXCEPÇÕES:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> SE QUANTIDADE REPOSIÇÃO > 1 PALETE e $IC_{PALETE} \leq 1$ MÊS \rightarrow QUANTIDADE DE REPOSIÇÃO = 1 PALETE SE QUANTIDADE REPOSIÇÃO < 1 PALETE e $IC_{PALETE} > 1$ MÊS \rightarrow QUANTIDADE DE REPOSIÇÃO = Nº FIADAS PARA IC = 1 MÊS SE QUANTIDADE DE REPOSIÇÃO < 1 PALETE E QUANTIDADE DA EMBALAGEM $< 0,75L$ \rightarrow QUANTIDADE DE REPOSIÇÃO = MEIA PALETE \rightarrow SE $IC_{PALETE} > 1$ ANO . QUANTIDADE DE REPOSIÇÃO MÍNIMA = 1 PALETE SE EXISTIREM ENCOMENDAS DE EXPORTAÇÃO COM OEs ATRIBUÍDAS \rightarrow QUANTIDADE DE REPOSIÇÃO = QUANTIDADE ENCOMENDADA SE $IC_{FIADA} > 1$ MÊS \rightarrow ANALISAR VIABILIDADE DO PRODUTO 	
	

ANEXO J: Norma de prioritização de referências

 NORMA DE PRIORITIZAÇÃO DE REFERÊNCIAS NO FABRICO																																																														
Nº	Atividade	Capacidade Reservada																																																												
A. Programar fabrico de produtos especiais																																																														
A1	Programar fabrico de encomendas de cliente com base na capacidade reservada para produtos MTO.	4 fabricos																																																												
A2	Programar fabrico de referências MTS com planos de produção específicos: 1. Plano de Pastas Corantes 2. Plano de Proteção Anticorrosiva	2 fabricos																																																												
A3	Programar fabrico de referências MTS em Supermercado de WIP com base na capacidade reservada.	8 fabricos																																																												
B. Programar fabrico de produtos MTS																																																														
B1	<p>Principais variáveis de decisão:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CLASSIFICAÇÃO NAVE CENTRAL</th> <th>ABC com base em volume e frequência</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <th>CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL</th> <td>ABC com base em valor de vendas e estratégia comercial</td> </tr> <tr> <th>Nº DE LINHAS EM ROTURA</th> <td>Nº de linhas de encomenda não satisfeitas na data prevista</td> </tr> <tr> <th>Nº DE DIAS EM ROTURA</th> <td>Nº de dias decorridos desde rutura do produto</td> </tr> <tr> <th>ÍNDICES DE COBERTURA</th> <td>Nº médio de dias de stock com base em previsões</td> </tr> </tbody> </table>	CLASSIFICAÇÃO NAVE CENTRAL	ABC com base em volume e frequência	CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL	ABC com base em valor de vendas e estratégia comercial	Nº DE LINHAS EM ROTURA	Nº de linhas de encomenda não satisfeitas na data prevista	Nº DE DIAS EM ROTURA	Nº de dias decorridos desde rutura do produto	ÍNDICES DE COBERTURA	Nº médio de dias de stock com base em previsões																																																			
CLASSIFICAÇÃO NAVE CENTRAL	ABC com base em volume e frequência																																																													
CLASSIFICAÇÃO COMERCIAL	ABC com base em valor de vendas e estratégia comercial																																																													
Nº DE LINHAS EM ROTURA	Nº de linhas de encomenda não satisfeitas na data prevista																																																													
Nº DE DIAS EM ROTURA	Nº de dias decorridos desde rutura do produto																																																													
ÍNDICES DE COBERTURA	Nº médio de dias de stock com base em previsões																																																													
B2	<p>Programar fabrico com base na sequência de prioritização definida</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Classificação ABC C1</td> <td>B e C</td> <td>A</td> <td>A</td> <td>A</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>Variáveis de Decisão</td> <td>Nº Linhas em Rotura > 0</td> <td>Nº Linhas em Rotura > 0</td> <td>Nº Linhas em Rotura > 0</td> <td>I.D.C ≤ 3 Dias</td> <td>Nº Linhas em Rotura > 0</td> </tr> <tr> <td>Ordenação</td> <td>> 20 Dias em Rotura</td> <td>> 3 Dias em Rotura</td> <td>0 ≤ 3 Dias em Rotura</td> <td></td> <td>3 ≤ 20 Dias em Rotura</td> </tr> <tr> <td></td> <td>≥ 1 Dias em Rotura</td> <td>≥ 1 Dias em Rotura</td> <td>≥ 1 Nº de Linhas</td> <td>≤ I.D.C</td> <td>≥ 1 Dias em Rotura</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>6</th> <th>7</th> <th>8</th> <th>9</th> <th>10</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Classificação ABC C1</td> <td>C</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>A</td> <td>Restantes</td> </tr> <tr> <td>Variáveis de Decisão</td> <td>Nº Linhas em Rotura > 0</td> <td>Nº Linhas em Rotura > 0</td> <td>Nº Linhas em Rotura > 0</td> <td>I.D.C ≤ 7 Dias</td> <td>I.D.C</td> </tr> <tr> <td>Ordenação</td> <td>3 ≤ 20 Dias em Rotura</td> <td>0 ≤ 3 Dias em Rotura</td> <td>0 ≤ 3 Dias em Rotura</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>≥ 1 Dias em Rotura</td> <td>≥ 1 Nº de Linhas</td> <td>≤ I.D.C</td> <td>≤ I.D.C</td> <td>≤ I.D.C</td> </tr> </tbody> </table>		1	2	3	4	5	Classificação ABC C1	B e C	A	A	A	B	Variáveis de Decisão	Nº Linhas em Rotura > 0	Nº Linhas em Rotura > 0	Nº Linhas em Rotura > 0	I.D.C ≤ 3 Dias	Nº Linhas em Rotura > 0	Ordenação	> 20 Dias em Rotura	> 3 Dias em Rotura	0 ≤ 3 Dias em Rotura		3 ≤ 20 Dias em Rotura		≥ 1 Dias em Rotura	≥ 1 Dias em Rotura	≥ 1 Nº de Linhas	≤ I.D.C	≥ 1 Dias em Rotura		6	7	8	9	10	Classificação ABC C1	C	B	C	A	Restantes	Variáveis de Decisão	Nº Linhas em Rotura > 0	Nº Linhas em Rotura > 0	Nº Linhas em Rotura > 0	I.D.C ≤ 7 Dias	I.D.C	Ordenação	3 ≤ 20 Dias em Rotura	0 ≤ 3 Dias em Rotura	0 ≤ 3 Dias em Rotura				≥ 1 Dias em Rotura	≥ 1 Nº de Linhas	≤ I.D.C	≤ I.D.C	≤ I.D.C	
	1	2	3	4	5																																																									
Classificação ABC C1	B e C	A	A	A	B																																																									
Variáveis de Decisão	Nº Linhas em Rotura > 0	Nº Linhas em Rotura > 0	Nº Linhas em Rotura > 0	I.D.C ≤ 3 Dias	Nº Linhas em Rotura > 0																																																									
Ordenação	> 20 Dias em Rotura	> 3 Dias em Rotura	0 ≤ 3 Dias em Rotura		3 ≤ 20 Dias em Rotura																																																									
	≥ 1 Dias em Rotura	≥ 1 Dias em Rotura	≥ 1 Nº de Linhas	≤ I.D.C	≥ 1 Dias em Rotura																																																									
	6	7	8	9	10																																																									
Classificação ABC C1	C	B	C	A	Restantes																																																									
Variáveis de Decisão	Nº Linhas em Rotura > 0	Nº Linhas em Rotura > 0	Nº Linhas em Rotura > 0	I.D.C ≤ 7 Dias	I.D.C																																																									
Ordenação	3 ≤ 20 Dias em Rotura	0 ≤ 3 Dias em Rotura	0 ≤ 3 Dias em Rotura																																																											
	≥ 1 Dias em Rotura	≥ 1 Nº de Linhas	≤ I.D.C	≤ I.D.C	≤ I.D.C																																																									




DATA:

ELABORADO:
Kaizen Institute


APROVADO:

ANEXO K: Algoritmo de determinação da capacidade produtiva



CIN
CENTRO DE INOVAÇÃO E INICIAÇÃO

CÁLCULO DE CAPACIDADE
Enchimento



KAIZEN
INSTITUTE

Restrições	
Nº Operadores	9
Horas/Turno	8
Nº de turnos	1

Horas Disponíveis	72
Total Horas Necessárias	78
Nº Operadores Total	9,8

	Automáticos			Semi-Auto	Manual
	ME-35	ME-36	ME-24		
Carga Total Programada (litros)	5250	4925	350	316	5460
OEE	80%	80%	80%	80%	80%

Opção de cálculo da cadência média Input Programação

Cadência Média (L/hora)	200,2	203,7	173,7	182,5	225,6
Horas necessárias	26,2	24,2	2,0	1,7	24,2
Nº Operadores Necessários	3,3	3,0	0,3	0,2	3,0

CADÊNCIAS POR CONTEÚDO

	100	100	100	100	100
0,25 L	100	100	100	100	100
0,75 L	200	200	200	200	200
4 L	250	250	250	250	250
15 L	300	300	300	300	300
> 15L	320	320	320	320	320

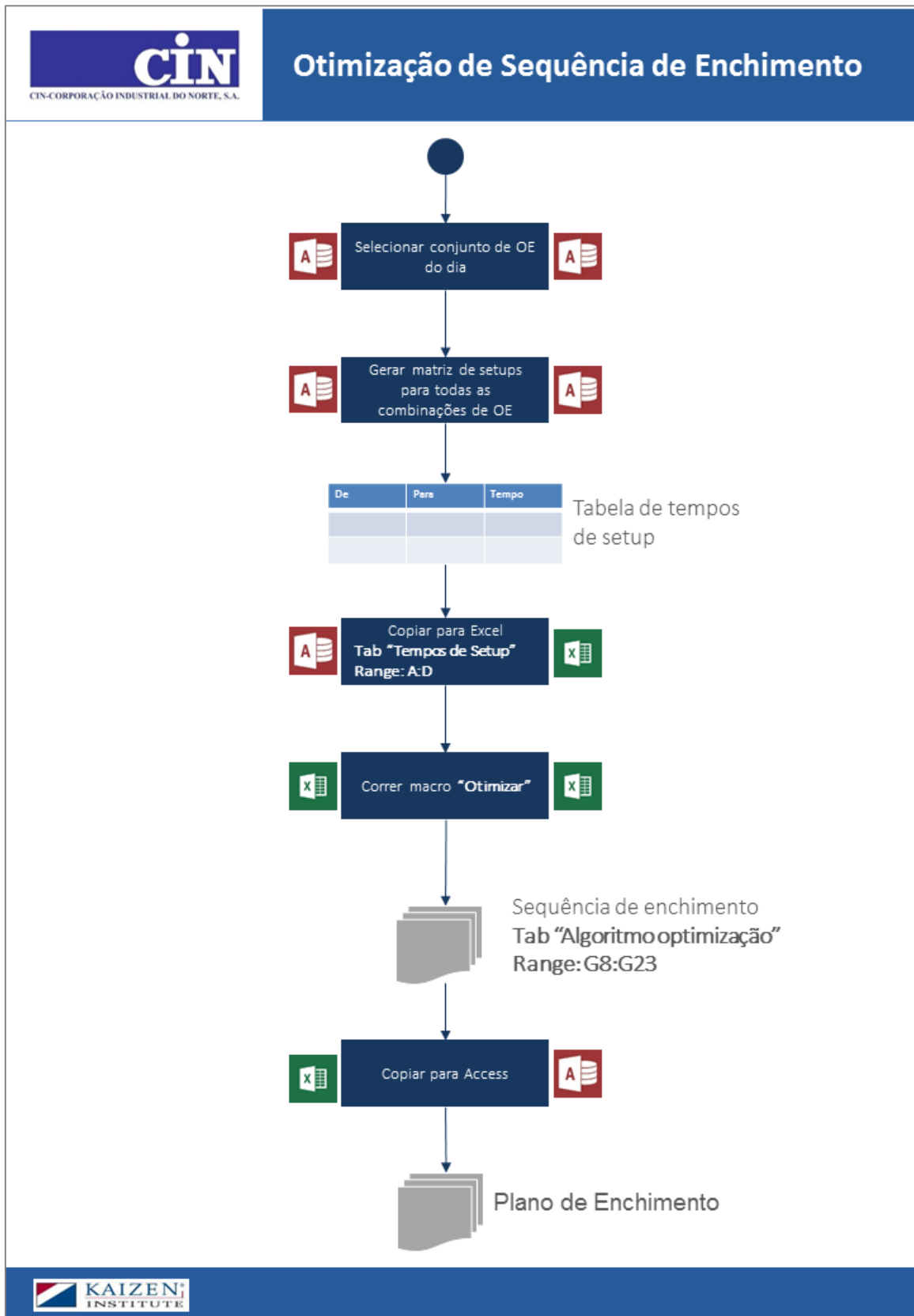
VOLUME CONTEÚDOS (L) Input da programação

	200	320	50	50	0
0,25 L	200	320	50	50	0
0,75 L	1650	890	200	96	0
4 L	1200	1500	0	70	2560
15 L	2000	2000	50	80	1400
> 15L	200	215	50	20	1500

VOLUME CONTEÚDOS (%) Mix de Produção - Calculado a partir dos volumes programados

	4%	6%	14%	16%	0%
0,25 L	4%	6%	14%	16%	0%
0,75 L	31%	18%	57%	30%	0%
4 L	23%	30%	0%	22%	47%
15 L	38%	41%	14%	25%	26%
> 15L	4%	4%	14%	6%	27%

ANEXO L: Fluxograma de otimização da sequência de enchimento



ANEXO M: Algoritmo de secuenciamento de enchimento

Sequenciamento de Enchimento

Referências a Processar

12200-0505.04
12200-0509.A7
12200-1507.A7
12220-0505.06
12220-0509.04
12220-1507.06
12230-0505.A7
12230-0509.04
12390-0501.B3
12390-0505.04
12900-0508.B3
18050-0503.B3

Produto Anterior

12390-0505.A7

Linha de Enchimento

ME36

Nº Turnos Min. Disponíveis

2

780 min

Otimizar

Min. Necessários

●

754 min

-26 min

Seqüência Ótima

		Produção	Setup
1ª	12390-0505.04	48'	17'
2ª	12390-0501.B3	74'	27'
3ª	18050-0503.B3	52'	7'
4ª	12900-0508.B3	41'	14'
5ª	12200-0505.04	43'	11'
6ª	12200-1507.A7	38'	11'
7ª	12200-0509.A7	66'	22'
8ª	12230-0505.A7	32'	6'
9ª	12220-0505.06	33'	8'
10ª	12220-1507.06	62'	9'
11ª	12220-0509.04	68'	16'
12ª	12230-0509.04	41'	-
13ª	-	-	-
14ª	-	-	-
15ª	-	-	-
16ª	-	-	-

Tempo Total de Setup

156 min

Tempo Total de Produção

598 min

ANEXO N: Dashboard de Roturas

